

**NUOVE SPERIENZE
IDRAULICHE FATTE
NE' CANALI, E NE'
FIUMI PER
VERIFICARE LE...**

Leonardo Ximenes



5 (1.3.)

5.3.290



Com

320

NUOVE SPERIENZE IDRAULICHE

FATTE NE' CANALI, E NE' FIUMI

*Per verificare le principali Leggi e Fenomeni
delle Acque correnti*

DELL' ABATE

LEONARDO XIMENES

MATEMATICO DI S. A. R.

SOCIO DELLA REGIA ACCADEMIA DI PIETROBURGO, E CORISPONDENTE
DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI &c.

DEDICATE ALLA R. A. S.

PIETRO LEOPOLDO

ARCIDUCA D'AUSTRIA GRAN-DUCA DI TOSCANA &c. &c. &c.



IN SIENA MDCCLXXX



NELLA STAMPERIA DI LUIGI, E BENEDETTO BINDI
Con Licenza de' Superiori,

LETTERA DEDICATORIA^{III}
INDIRIZZATA ALLA R. A. S.
PIETRO LEOPOLDO
ARCI DUCA D'AUSTRIA GRAN DUCA DI TOSCANA,
FELICEMENTE REGNANTE ec.

ALTEZZA REALE

*LE Nuove Sperienze Idrauliche, che
io consacro al Glorioso nome della
R. A. V., pare, che da se medesime
vengano tributarie al suo Augustissimo
Tro-*

Trono. Poichè, o si consideri la loro prima idea, o si riguardi la loro esecuzione, e compimento, il tutto dee con giustizia attribuirsi alla di Lei sovrana beneficenza.

Le operazioni Idrodinamiche, di cui sono stato io incaricato dal primo suo avvenimento al Soglio della Toscana fino al presente giorno, mi anno obbligato ad esaminare profondamente la resistenza, e gli effetti de' diversi ostacoli, che si oppongono a' Fiumi, o per difendere le loro ripe colle adiacenti Campagne, o per correggere il vizioso andamento de' medesimi, o per obbligargli a piegare il loro corso, dove esige il bisogno delle loro acque refrigeranti. Ed essendo diverse le loro resistenze, quando direttamen-
te

v

te si oppongono agli urti del Fiume, o quando obbliquamente ne raddolciscono le percosse, ho dovuto perciò esaminare qual sia il vero valor delle prime, e le diminuzioni delle seconde. Non erano bastanti per le une, e per le altre le Teorie, e le sperienze degli Autori, che ne avevano intrapresa la discussione prima di me. Per la qual cosa mi è venuto in pensiero di interrogar la Natura con un grandissimo numero di Esperienze fatte ne' Canali artificiali, e ne' Fiumi dalla natura formati.

Non era men necessario il fissare il vero metodo, per ben determinare la portata de' Fiumi, essendo questo il primo Problema, che seco trae gli altri senza numero, che esigono le varie

a rie

rie circostanze delle perizie Idrauliche. Come mai possono risolversi le malagevoli questioni intorno all'unione, e diramazione de' Fiumi, se prima non se ne determinano le portate?

Come potrà calcolarsi la vera solidità, e resistenza degli ostacoli, se prima non si sappiano le forze impiegate dal Fiume? e queste esigono similmente la certezza della portata, e della velocità.

Erano adunque i due Elementi fondamentali dell'Idrodinamica la resistenza degli ostacoli, e la portata de' Fiumi, e questi appunto sono stati lo scopo delle mie nuove sperienze, alle quali mi ha obbligato quella direzione a me accordata dalla sua Sovrana Clemenza.

Que-

Questa stessa direzione mi ha somministrati tutti i mezzi valevoli, per eseguire le idee già concepite. Giacchè dovendo io operare secondo gli ordini della REALE ALTEZZA VOSTRA, o ne' Canali artificiali, da me medesimo escavati, o ne' Fiumi riparati, e regolati secondo le sue mire Sovrane, io ho potuto in essi eseguire le descritte sperienze, e secondo esse collocare i pennelli, i dentelli, le palizzate, per rilevarne gli effetti desiderati. Questi hanno corrisposto pienamente alle mire, che se ne aveva, e così hanno confermate co' fatti le sperienze medesime, e le nuove Teorie ad esse appoggiate.

Ecco, che così l'Opera mia tutta sperimentale, con pieno diritto può dirsi della

della R. A. V., e se da essa alcun vantaggio se ne dedurrà per il più certo regolamento de' Fiumi (il chè par, che debba succedere) questo, non tanto alle mie ricerche, e fatiche, quanto alla R. A. V. se ne dovrà eternamente la gloria, e la riconoscenza.

Le quali cose essendo evidenti, non potrò io mai dubitare del Suo Real gradimento. Poichè la R. A. V. nell' accettar l'Opera presente, dovrà riguardarla, non come mia, ma come sua, non come un effetto delle mie fatiche, ma come un frutto della sua benefica Protezione, e de' suoi Sovrani comandi.

Mi conferma pure nella speranza del suo special gradimento il promuovere, che la R. A. V. sempre ha fatto

to del metodo sperimentale, non essen-
do ad altro indirizzata la grandiosa
spesa del suo Gabinetto, se non che
ad illustrare la Storia naturale, l'Or-
nitologia, l'Anatomia, e finalmente la
Fisica sperimentale, della quale se ne
ammirano le macchine più ingegnose,
ed interessanti.

Animato adunque da una doppia
fiducia, ardisco di presentarle quest'
Opera, non solo alla R. A. V. dovuta
per tanti titoli, ma di più conformis-
sima alle sue Filosofiche Reali intra-
prese; mentre nell'atto della più pro-
fonda venerazione mi appresso al ba-
cio del Suo Manto Reale.

Firenze il dì 26. Dicembre 1779.

Umiliss. Devotiss., ed Obed. Servo, e Suddito
LEONARDO XIMENES.

b

IN.



INTRODUZIONE

ALLE NUOVE SPERIENZE:



IL metodo sperimentale troppo è benemerito dell'avanzamento delle Scienze, e delle Arti, e molto più di quelle Scienze, e di quelle Arti, che sono le più utili a bisogni, ed a commodi dell'umana società. Non vi è chi non sappia, quanto l'arte delle sperienze abbia giovato, e giovi ogni dì più all'Architettura Civile, all'Architettura Navale, alla Fisica, alla Chimica, e fino all'Agricoltura. L'Accademia Fiorentina detta *del Cimento* fece mutar faccia alla Fisica nell'Italia, e dalle pure Ipotesi spesso affatto arbitrarie, si fece passaggio alla realtà de' Fenomeni, e delle vere proprietà de' nostri Corpi terrestri. Lo stesso è accaduto ne' più culti Regni, e Provincie dell'Europa.

Che se tal metodo sperimentale fosse stato applicato generalmente a tutte le scienze, che ne son capaci, esse sarebbono assai più avanzate, che ora non sono. Dicesi assai avanzata l'Arte Idraulica in quella sua parte, che riguarda il movimento delle acque correnti, o ne' Canali artificiali, o ne' Fiumi regolati dalla natura, ed un poco alterati dall'arte. Le tante raccolte delle Opere degli Autori, che su tal movimento hanno scritto, par che comprovino un tale avanzamento. Pure

b 2

con

con tutta l'apparenza di così numerosi volumi, chi esamina a fondo le dottrine, che esse contengono, troverà più Teorie involte ancora in Ipotesi, che hanno bisogno di esser verificate. Vi sono le stesse cose ripetute più volte o da medesimi, o da diversi Autori, che aumentano i volumi. Pochissime sono in tanti libri le sperienze relative al movimento delle acque, e queste lasciano le stesse dubbiezze, che prima agitavano gli Scrittori Idraulici. In una parola l'avanzamento della dottrina sul movimento delle acque è molto più piccolo, che non dimostra l'apparato di un grande stuolo di Tomi stampati, e ristampati.

L'oggetto adunque di questo mio volume altro non è, che quello di esaminare col metodo sperimentale alcune Ipotesi fondamentali, sulle quali si appoggia, e sostiene la dottrina delle acque correnti. La loro giusta misura è stato lo studio di quasi gli ultimi due secoli, ma questa misura fino al giorno presente vien dedotta dalle diverse Ipotesi, che gli Scrittori hanno immaginate. Le velocità con cui muovonsi gli Strati de' fluidi dalla lor superficie fino al fondo, sono un elemento indispensabile alla misura delle acque correnti. Se esse avessero una costante velocità dalla superficie fino al fondo, e dal filone di mezzo verso le due Ripe, niente farebbe più facile, che la ricercata misura. Una, o più Sezioni ben misurate, e similmente qualche Galleggianti, che in un tempo osservato corresse un determinato viaggio, farebbe sufficientissimo alla dimensione della portata de' Fiumi, o de' Canali. Ma i primi Autori si avvidero subito, che le velocità erano variabili, e pentarono d'investigare delle leggi, e delle curve, per bene espri-

esprimere la Serie di tali velocità. Chi si rivolse alla scala triangolare, e chi alla Parabolica. Il Castelli immaginò la prima, ed il Guglielmini si prevalse della seconda. Amendue questi rinomati Scrittori rappresentano le velocità degli Strati sempre crescenti dalla superficie fino al fondo. Il primo fa crescere tali velocità secondo le semiordinate triangolari, ed il secondo per le semiordinate paraboliche. L'uno, e l'altro colloca il vertice della rispettiva figura sopra la superficie dell'acqua ad altezza tale, che possa generate la velocità della superficie, e da essa fino al fondo vanno aumentando le velocità secondo le due scale. Così la somma delle velocità secondo il primo desumesi dal Triangolo troncato, e per parere del secondo dalla Parabola pur troncata, dalla superficie del fluido fino al suo vertice. Ognun sa, che riquadrando tali figure, e poi dividendo tali riquadrature per l'altezza del fluido, viene ad ottenersi la velocità media, che secondo quelle Ipotesi ci fa conoscere la portata del Fiume. Così per più di un secolo è stata calcolata una tal portata in un gran numero di perizie, sulle questioni del Reno Bolognese, e su tante altre questioni trattate nelle Raccolte delle acque correnti. E quantunque da un mezzo secolo in quà siasi da Scrittori autorevoli sospettato, ed in parte comprovato, che le velocità da un certo punto verso il fondo, in vece di crescere secondo i primi insegnamenti, piuttosto diminuivano, pure non si è abbandonata ancora la legge parabolica, credendosi forse, che quelle diminuzioni siano accidentali, e cagionate dalla resistenza del fondo, per i soffregamenti delle particelle aquee, che cagionavano un ritardo.

Met-

Mettendo insieme le sperienze dello Zondrini, e del Pitot, nell'anno 1769., fu da me avvertito il Pubblico, che le Ipotesi della scala triangolare, e della Parabolica si opponevano alle più certe, e sensate sperienze de' due mentovati Scrittori (*), e che a voler salvare tali fenomeni conveniva o abbandonare, o modificare le dette Ipotesi. Per giugnerne a capo fu da me introdotta in quell'Opuscolo la considerazione delle resistenze, che dovevano soffrire gli Strati inferiori de' Fiumi, aggravati da tutti gli Strati superiori. La resistenza del fondo non mi pareva sufficiente per un ritardo così notabile, come accennavano le sperienze. Se ancora si accordi, che il moto dell'ultimo infimo Strato sia tenuissimo, questo non poteva ritardare sensibilmente gli Strati contigui, che ad una piccola profondità. Se il fondo si concepisse di liscio cristallo, i suoi attriti col fluido dovrebbero esser piccoli. Se adunque si concepisca uno Strato aqueo, che rivesta tutto il fondo, e divenga il fondo del Fiume, sopra tale Strato gli altri Strati superiori dovevano poco, o nulla perdere della primitiva lor velocità. Come adunque può stare, che a più piedi di altezza dal fondo la velocità in vece di esser maggiore, rilevasi minore, che negli Strati superiori, e nella stessa superficie dove la velocità facevasi minore?

Per tali considerazioni furono da me introdotte le scale delle resistenze, o delle diminuite velocità, secondo le Ipotesi, che potranno leggerli in detto Opuscolo. Combinando insieme le scale delle primitive velocità, che dalla superficie al fondo vanno aumentando, colle sca-

(*) Nella Prefazione al mio Opuscolo sull'unione, e diramazione de' Fiumi, stampato nel 1769. negli Atti dell'Accademia de' Fisocritici di Siena.

scale, che diminuiscono le stesse velocità secondo le semiordinate di una curva, mi venne fatto di trovare, che colla combinazione delle due curve, una delle quali faceva crescere, e l'altra faceva diminuire le velocità dall'imo al sommo, venivano felicemente a spiegarsi i fenomeni osservati, e che così la Teoria, e l'esperienza potevano trovarsi d'accordo.

Ma tutte queste nel detto anno 1769. altro non erano, che pure Ipotesi da me descritte come tali, le quali però meglio delle altre spiegavano le attuali velocità delle nostre acque correnti. Io non mi sono prefisso giammai di risolvere il Problema delle resistenze, che gli Strati inferiori risentivano dal peso delle Colonne superiori, ma solo di esprimere per semplice Ipotesi colle semiordinate di qualche curva le velocità estinte per dette resistenze. Nel detto Opuscolo io mi rimetto all'esperienza il verificare, o variare tali Ipotesi, ed alla medesima io me ne appello ancor di presente. E' passato il corso di anni nove, dopo de' quali mi è riuscito di eseguire l'esperienze allora indicate. Sicchè una parte delle mie esperienze anno per oggetto di ricercare la vera scala, o legge delle attuali velocità degli Strati aquei dalla superficie sino al fondo. Tali sperienze saranno registrate nel Libro I., ed i loro risultati nel Libro III.

Dalla prima ricerca sulla legge delle inferiori velocità, ho fatto passaggio colle mie sperienze a rintracciar la seconda legge, intorno alle impressioni de' fluidi sopra un costante ostacolo, rivoltato alla corrente ora direttamente, ed ora obliquamente con diversi angoli di obliquità. Non vi è legge piu importante di que-

questa, o per ben calcolare i ripari, che si adattano a Fiumi, o per conteggiare la forza del fluido inspellen-
te sopra le ale oblique delle macchine Idrauliche. Ma
finora noi non sappiamo, se le impulsioni sugli obliqui
ostacoli debbano diminuirsi secondo la ragion semplice
de' seni degli angoli d'incidenza, o secondo la ragion
duplicata de' medesimi seni. L'opinion comune ammet-
te la ragion duplicata. Sopra di che molti, ed inge-
gnosi tentativi anno fatto in Francia l'anno 1777., que-
tre Chiarissimi Accademici destinati da S. M. per esami-
nare le condizioni de' Canali navigabili. In tale occasio-
ne essi con alcuni Battelli collocati a diversi angoli ri-
spetto alla corrente di Canali, anno esaminato il Teo-
rema della ragion duplicata di detti seni. Ed anno ri-
trovato, che quando gli angoli d'incidenza sono assai
grandi, le sperienze non molto si scostavano da tal Teo-
rema. Ma non era già così, quando gli angoli d'inci-
denza eran piccoli. Poichè allora la potenza, che me-
glio corrispondeva alle sperienze, era molto minore de'
quadrati (a). Una Ventola che gira intorno ad un cen-
tro, e che somministra tutti gli angoli di obliquità, mi
ha dato luogo di fare un numero assai grande di spe-
rienze, dalle quali concordemente risulta, che la legge
delle resistenze non può regularsi con alcuna potenza, o
suo esponente o rotto, o intero, il quale se corrispon-
de a più piccoli angoli, mal corrisponde a maggiori, e
se al contrario a questi si adatta, non può adattarsi a
minori. Onde la Teoria non può mai desumerli da una
co-

(a) Veggasi il Tomo intitolato *Nouvelles expériences sur la résistance des fluides* &c. par Messieurs D'Alembert, le Marquis de Condorcet, & l'Abbé Boffut a Paris 1777.

costante potenza de' seni, ma dee rintracciarsi in una curva, che incontra il quadrante in tre punti, e lo taglia tra gradi 30, e 40, come si vedrà al Libro III.

Per dar compimento alla vera misura delle acque correnti, mi pareva indispensabile una terza ricerca sulle diminuzioni delle velocità superficiali dal filone di mezzo del Fiume alle sue Ripe destra, e sinistra. Tutti riconoscono una tal diminuzione, tutti possono agevolmente osservarla per esser notabilissima, ma poco caso ne hanno fatto, credendola originata dalle maggiori resistenze del fondo. Ma perchè mai le resistenze del fondo più vicino alle Ripe anno a dirsi maggiori? il Cilindro aqueo gravitante nel mezzo è di altezza maggiore. Le resistenze crescono in parità delle altre cose in ragione de' pesi comprimenti un fondo scabroso. Onde per questa parte, le resistenze alle maggiori profondità dovrebbero esser maggiori, e non minori, e così le minori colonne aquee gravitanti verso le Ripe dovrebbero risentire minor resistenza, e perciò minor ritardamento di velocità. L'obliquità del fondo potrebbe dare una spiegazione a maggiori ritardi. Un cilindro aqueo nel mezzo della concavità dell'alveo posa quasi in piano orizzontale, ma per la natura della curva verso le Ripe, il cilindro poserà sopra un pianetto obliquo, e tale obliquità presenta una maggior superficie. Questa spiegazione è di apparenza maggiore, ma pur essa è vacillante, giacchè per molte sperienze fisiche sappiamo, che un peso gravitante sopra una superficie, o essa sia maggiore, o minore, purchè il peso sia costante, risente o affatto, o quasi la stessa resistenza. Onde applicando tali sperienze alle colonne aquee gravitanti per l'obliquità

del fondo su di una maggior superficie, il divario è nullo, o almeno tenuissimo, e così non è capace a produrre un effetto notabilissimo, quale si osserva nella gran diminuzione della velocità verso le Ripe.

A tutto questo si aggiunga, che in affaissime esperienze da me fatte con galleggianti gettati a certe distanze dal filone verso le Ripe, ho rilevato certa gradazione di velocità, che non era affatto irregolare, ma che andava diminuendo con qualche legge, che non era facile a stabilire. Mi pareva, che la profondità de' Cilindri aquei, che si fa sempre minore, fino ad annientarsi alle Ripe, avesse un qualche rapporto colle velocità laterali. Ma co' Galleggianti è impossibile il fissare un tal rapporto. Poichè quantunque i Galleggianti si gettino a punti equidistanti dal mezzo, ed a distanze uguali, pure essi vanno piegando ora a destra, ed ora a sinistra, mutando sempre le rispettive distanze. Onde fa duopo di trovare, e maneggiare qualche macchinetta, che nei punti, che si vogliono, ci manifesti la velocità.

Adunque variando la velocità dal Filone verso le Ripe con legge che ignoriamo, e cambiando essa pure dalla superficie fino al fondo con altra legge pure ignorata, come mai potremo rinvenire la velocità raggiugliata, che ci possa far conoscere la quantità del fluido, che in un dato tempo passa per una data Sezione? Ecco adunque, che uno de' fondamentali problemi dell' Idraulica è da noi ignorato, per esserci occulte le due leggi, o le due scale, da cui si desumono le medie velocità de' Fiumi.

Ora ciascuno bene si accorgerà, che alle tre menzionate ricerche convien premetterne un'altra, che consista

lisse nel trovare una macchina la più adattata di tutte, per investigare colla maggior precisione possibile le velocità, e le impressioni del fluido a qualunque dato punto di un Fiume, o di un Canale. La Storia de' diversi ritrovati per misurare tali velocità è stata da me accennata nella mia *Dissertazione Meccanica* sopra gl'istrumenti per determinare la velocità delle acque, e de' Venti (a). Ivi ho esaminati i difetti della Fiasca Idrometrica, la quale non ci palesa la velocità, che cerchiamo, ma bensì un'altra, che nasce dalle pressioni, e gravitazioni del fluido dentro il recipiente voto. In fatti in tale istrumento le velocità della superficie, che sono considerabilissime, ci si mostrano per nulle, e quelle al contrario, che alle maggiori profondità sono minori, ci si presentano per considerabili, seguo evidente, che non già le attuali velocità degli Strati, ma bensì la gravitazione di un fluido, che si appoggia alle pareti esteriori del vaso, è quella, che agisce, e che genera le velocità.

E' stata fatta ricordanza del Sifone ricurvo del Sig. Pitot, ed è stato rilevato, che il suo effetto nelle piccole velocità è assai insensibile, ed in tal sua insensibilità è alterato dalle oscillazioni del fluido, e dalle attrazioni di esso, colle interne pareti del tubo.

Finalmente nello stesso Opuscolo è stato esaminato il Quadrante Idrraulico, rilevando in esso la sua sensibilità, ma facendo nel tempo medesimo conoscere la sua imperfezione di somministrarci le velocità rispettive, ma non già le assolute. Correggendo poi tale imperfezione, è stato da me risoluto il Problema per ser-

vicini del Quadrante, per rinvenire le velocità assolute, dato che sia il Diametro, e la specifica gravità del globo sospeso col suo filo al centro del Quadrante.

Dopo tal tempo ha scritto sopra lo stesso argomento con eleganza il Chiarissimo Sig. Colonnello Lorgna, che tralle sue sette Memorie Idrauliche, una ne ha consacrata alla ricerca di tale istrumento, per mezzo di un emisfero ritenuto da funicella, ed abbandonato alle impressioni del fluido, le quali misurandoli, ci danno l'idea delle velocità o superficiali, o inferiori alla superficie (a).

Finora il Quadrante, e l'Emisfero Idraulico sono i migliori istrumenti per la ricerca delle velocità. Ma nè il primo, nè il secondo erano adattati per la misura delle impressioni oblique de' fluidi. E quantunque essi siano i migliori degli altri assai più difettosi, pure contengono in se qualche difficoltà, per mettergli in opera.

Per la qual cosa mi è caduto in pensiero d'immaginare un'altra macchinetta, che ho denominato *Ventola Idraulica* per la somiglianza, che essa ha alle Banderuole, che si mettono ne' luoghi elevati, per indicare la direzione de' Venti. Dalla sua descrizione, che riporterò al Libro I. Articolo I., e dalle sperienze numerose con essa praticate, che descrivo all' Art. III., IV. ec., ciascuno farà in grado di giudicare, se tale istrumento sia sensibile, o no alle piccole azioni del fluido, se essa sia capace di darci il valore delle impulsioni oblique, ugualmente che delle dirette, se calata la Ventola a diverse profondità, ci palesi con certezza le diverse gradazioni delle velocità, se ella ci metta bene sotto degli occhi

(a) Memorie.

occhi le diverse, e continue oscillazioni, che agitano gli Strati del fluido, tanto nella superficie, che nelle differenti profondità. In somma, se essa sia al caso per quelle ricetche, alle quali da me è stata pensata, e destinata.

Questa stessa Ventola si adopera in due modi, cioè colla sua posizione vetticale, e colla posizione orizzontale, adattandola a due diversi Castelli.

Nell'una, e nell'altra posizione può servirci per determinare pur la forza, e la velocità de' Venti, per la quale ancora la Fisica non ha mezzi, e maniere per ben definirli.

Questo concetto della Ventola è stato da me immaginato non solo per le più facili velocità de' Canali artefatti, ma, (che è impresa più malagevole) per avere le velocità delle piene de' Fiumi, giacchè finora le nostre Sperienze Idrauliche sono state confinate a piccoli Canali, che ci danno una regola assai limitata. Convien portare le nostre vedute alla natura de' Fiumi in grande, ed alle lor piene, che sono l'oggetto maggiore dell' Architettura Idraulica. Se le massime piene son tanto strabocchevoli, che ricusano le nostre misure, non sono così le piene mezzane, nelle quali può bene applicarsi la Ventola Idraulica con buon successo. Noi veggiamo enormemente crescere le velocità delle piene dalle minori alle maggiori, ma non ne sappiamo la legge onde esse crescono. Quando gli Autori anno computate le portate de' Fiumi in piena, come anno essi fatto per trovare la velocità della superficie, e poi le velocità inferiori degli Strati? Di questi due Elementi noi ne ignoriamo il valore, e pute pretendiamo con Ipotesi ideali di

di stabilir le portate o affolute, o rispettive de' Piumi in piena. Ci lusinghiamo di saper tutto in questa materia, e convien confessare, che molto ne ignoriamo.

Io procurerò in questo Opuscolo di rintracciare quegli elementi, che ci possono istradare alla soluzione di questi Problemi Idraulici, e se le mie sperienze, ed i miei raziocinj non otterranno pienamente l'intento, almeno essi ci accosteranno più, che ora non siamo, allo scopo di poter calcolare la misura delle acque correnti, con metodi reali, quali son quelli, che son fondati sulla speranza.

Prima di metter termine alla presente introduzione, non lascerò di avvertire, che nell'esaminare a forza di sperimenti le prime tre leggi Idrauliche, mi si è fatta innanzi ancora la quarta, cioè se sussista che le velocità delle acque correnti siano uguali a quelle generate da un'altezza di fluido, che col suo peso equilibrasse la resistenza dell'ostacolo alla corrente, che lo sospinge. Il Sifone del Sig. Pitot ci ha data una chiara idea di questa legge. Poichè le impressioni delle acque correnti ricevute dall'orificio inferiore del Sifone ricurvo, facevano elevare la superiore superficie del medesimo sopra il fluido esteriore di un'altezza tale, che essa poteva generare, e generava quella stessa velocità, che teneva sospeso quel fluido. Su tal supposto egli ha calcolate le velocità, e passando dall'esperienza alla Teoria, e da questa alla prima, ha fondato il suo metodo sopra un tal Teorema. Questo stesso Teorema anno confermato, e mirabilmente stabilito que'tre Illustri Accademici pur ora accennati.

Io medesimo mi son prevaluto dello stesso Teorema, in una lunga mia perizia sul Canal Maestro della Val di Chiana l'anno 1767., nel quale oltre alle altre osservazioni, rapporto quella de' famosi Ponti di Arezzo, i quali essendo di luce angustissima rispetto alle Sezioni superiori, ed inferiori del sopradetto Canale, si formava un rincollo, o rigurgito nelle parti superiori. Era questione a qual altezza giugneste l'effetto di tale ostacolo. Ed in tal circostanza fu da me sciolto il Problema, determinando tale altezza per mezzo delle accelerate velocità delle acque, per passare sotto l'angustia di que' Ponti, i quali poi furon demoliti, ed in vece di essi è stato fabbricato un Ponte di una sola luce, e di larghezza, e profondità molto maggiore della prima. L'effetto è stato a tutti visibile. La mia perizia scritta in quell'anno 1767. è nelle mani di Ministri della Sacra Religione di S. Stefano, o del Reale Scrittojo delle Possessioni.

Nel fare adunque le Sperienze Idrauliche colla *Ventola*, mi sono avveduto esser questa macchinetta molto a proposito, per verificare col fatto il presente Teorema, come potrà vederli nel Libro III. di quest' Opuscolo. Resterà così esclusa l'opposta opinione di Celebri Scrittori d'Idrodinamica, che per il valore della resistenza esigono il peso del fluido, elevato ad altezza doppia di quella, che genera la velocità, colla quale il fluido va ad investire la data superficie del solido.

Mi giova pure di avvertire non esser ora la prima volta, che io rintraccio le velocità delle acque correnti per mezzo de' pesi. Poichè nella citata mia Dissertazione Meccanica pubblicata; come è stato detto nel 1752. io
pro-

propongo appunto di esplorare la velocità per mezzo de' pesi adattati a due macchinette. La prima è la Stadera a molla, e la seconda un Tamburo con ruote, e ventola, a cui attaccando la funicella possa conoscersi il peso, che fa equilibrio colla forza del fluido, come potrà riconoscersi dalla lettura degli ultimi articoli di tal mia *Dissertazione Meccanica*.

Dividerò il presente Opuscolo in tre libri. Nel primo descriverò tutte le parti della *Ventola Idraulica*, e poi la Serie delle sperienze finora eseguite, la qual Serie dividerò in tre parti. La prima descriverà la Storia delle Sperienze, fatte con essa in un Canal Reale del Lago di Castiglione. La seconda riporterà la Serie delle prime sperienze, fatte sul Fiume Arno poco sotto allo sbocco del Canale della Gusciana. La terza finalmente metterà in veduta gli ultimi esperimenti, fatti con diversa Ventola in un altro punto del Fiume Arno, presso alla Cateratta del *Bufalo*.

Dalla Storia di tutte le narrate sperienze, passerò nel Libro II. alle riduzioni delle medesime, che molte sono, e molto rilevanti, e posson giovare per altre somiglianti sperienze, e per molti Problemi Idraulici assai intetessanti nel regolamento de' Fiumi.

Liberate così l'esperienze colle riduzioni del Libro II., oltrepasso nel Libro III. a sciogliere tutte le questioni di Teoria, e di pratica, che mi era proposto a risolvere con questi nuovi esperimenti, come potrà rilevarsi dall'indice delle medesime.



I N D I C E

D E G L I A R T I C O L I

Che si contengono nell'Opera presente.



L I B R O P R I M O.

N El quale si contiene la descrizione del Castello, e della Ventola Idraulica, e tutte l'Esperienze con essa eseguite, prima nel Canal Reale del Lago di Castiglione, e poi nel Fiume Arno sopra la Terra di Pontadera. Pag. 1.

A R T I C O L O I.

Descrizione del Castello, e della Ventola Idraulica. ivi

A R T I C O L O II.

Esperienze fatte intorno alla resistenza della Ventola, per girare intorno all'asse verticale. 6.

A R T I C O L O III.

Prima giornata delle osservazioni, e sperienze fatte col descritto Castello, e Ventola sul Canal Reale del Lago di Castiglione. 8.

A R T I C O L O IV.

Seconda giornata dell'esperienze fatte colla Ventola Idraulica il dì 21. Maggio 1778. 17.

d

AR-

ARTICOLO V.

Nuove Sperienze Idrantiche fatte sul Fiume Arno, per determinare le velocità degli Strati inferiori del fluido, ed altri fenomeni delle acque correnti. Descrizione del Castello per l'esperienze Idrantiche.

33.

ARTICOLO VI.

Terza parte delle nuove Sperienze Idrantiche, eseguite in un tronco inferiore del Fiume Arno in un punto, che resta sotto la Cateratta detta del Bufalo, appartenente alla Fattoria di Montecchio.

75.

LIBRO SECONDO.

Delle varie riduzioni, che competono alle Sperienze del Libro I.

87.

ARTICOLO I.

Della prima riduzione, che compete per trovar la leva media, colla quale opererebbe il fluido, cioè del centro de' suoi momenti.

88.

ARTICOLO II.

Qual sia la riduzione competente ad una Ventola di qualunque figura, nella quale discordino i centri della superficie, e della gravità.

93.

ARTICOLO III.

Della riduzione, che convien alle presenti Sperienze per le spinte, che imprime il fluido alla superficie de' due bracciuoli, e se essa sia sensibile o no.

97.

ARTICOLO IV.

Della maniera di riportare i pesi dell'Esperienza al centro della Ventola.

99.

AR-

ARTICOLO V.

Delle resistenze, che competano colle Sperienze della Ventola Idraulica, e come esse possono calcolarsi. 104.

ARTICOLO VI.

Della maniera di calcolare l'altezza dell'acqua sulla superficie della Ventola, il cui peso eguagli il peso ridotta al centro della medesima. 117.

ARTICOLO VII.

Della riduzione della caduta de' gravi, e delle loro velocità in misure del braccio fiorentino. 121.

ARTICOLO VIII.

Della maniera di dedurre i gradi degli angoli Orizzontali, nelle oscillazioni della Ventola Idraulica. 127.

LIBRO TERZO.

De' risultati, che si deducono dalle presenti Sperienze Idrauliche. 131.

ARTICOLO I.

Con qual metodo per mezzo della Ventola Idraulica possa determinarsi la velocità delle acque correnti, e paragone della velocità, così dedotta, con quella immediatamente osservata co' Galleggianti. 132.

ARTICOLO II.

Delle altre maniere, e metodi per servirsi di una superficie percossa dal fluido, per ottenere le velocità. 164.

ARTICOLO III.

Se un ostacolo di costante superficie sia percosso dal fluido con velocità costante, ricercasi se le forze vive del fluido, o le resistenze.

refleſſe del ſolido collocato a diverſi angoli di obliquità debbano valutarſi nella ragion ſemplice, o nella duplicata de' Seni di detti Angoli.

194

ARTICOLO IV.

Ricercaſi dalla immediata eſperienza ſe gli Strati delle acque correnti dalla ſuperficie fino al fondo abbiano le velocità eſpreſſe dalle diverſe Ipoteſi degli Scrittori, e qual ſia la vera ſcala delle velocità, che ſeguita la natura.

228.

ARTICOLO V.

Qual ſia la diminuzione delle velocità de' Canali, e de' Fiumi dal Filone di mezzo verſo le Ripe.

279.

ARTICOLO VI.

Delle macchine, e de' metodi per eſplorare la velocità de' Venti.

290.





LIBRO I.

Nel quale si contiene la descrizione del Castello, e della Ventola Idraulica, e tutte l'Esperienze con essa eseguite, prima nel Canal Reale del Lago di Castiglione, e poi nel Fiume Arno sopra la Terra di Pontadera.



ARTICOLO I.

Descrizione del Castello, e della Ventola Idraulica.

Num. 1.



Ue qualità di Castelli sono state da me adoperate per raccomandare a medesimi l'albero, la Ventola, e l'indice de' gradi.

Il primo Castello adoperato nel Canal Reale del Lago di Castiglione è di figura triangolare, e di altezza molto minore, che non è il gran Castello adoperato sul Fiume Arno, il quale per maggiore stabilità fu formato con pianta quadrata. Incominciando ora dal primo; sia nella figura 1, Castello 1, un tal Castello rap-

A

pre-

presentato dalle Lettere S, N, O, T, P, nel quale le tre colonne del Castello sono N O, S t, e T, le quali restano insieme collegate co' due triangoli di legno, il primo de quali è inferiore T O t, ed il secondo è superiore S N r. Le dette colonne, e le due piante triangolari sono bene intaccate, ed incastrate tra di loro, affinchè restino stabilmente consolidate senza fare alcun movimento nel tempo delle esperienze. Nella pianta inferiore T O t vi è un ricinto di regoli, per poter reggere il peso de' molti sassi, che vanno aggravati in detto fondo, per tener fermo il Castello nel tempo delle esperienze contro l'impeto delle acque correnti. E siccome le tre colonne restano colle loro estremità inferiori alla pianta triangolare, le dette estremità O N, T Y s'immergono nel fondo del Canale, o del Fiume, non solo per la forza del peso aggravato sulla pianta inferiore, ma ancora per la forza degli Uomini, che l'obbligano a discendere, finchè la pianta inferiore vada a contatto col fondo del Fiume. Oltrepassando poi al Triangolo superiore S N r, esso non solo è necessario per collegare il Castello, ma ancora per sostenere il centro superiore dell' Albero. Poichè per mezzo di una grue di ferro H G P raccomandata nel mezzo ad un arco pur di ferro n G n₁, vien sostenuto il pernio P dell' Albero P p, il quale nella parte inferiore si appoggia ad una staffa di ferro T p. Tanto il pernio superiore, che l'inferiore di detto albero si fanno girare su due occhi di ferro muniti di due cerchietti di ottone per minorare le resistenze.

Il detto Albero P p è di figura quadrata, per poter con tal figura ben sostenere la Ventola, che co' suoi braccioli deve scorrere a maggiore, o minore altezza del detto Albero.

La

La Ventola è indicata dalle lettere BAED. di figura rettangola, ed è sostenuta da due braccioli di ferro AC, Ee, i quali terminando in una figura pur quadrata pressochè uguale alla figura dell'Albero, può farsi discendere, e salire secondo il bisogno delle diverse esperienze. Ed essendo detta Ventola destinata per immergersi nelle acque correnti, si attacca alla medesima una catenuzza di ferro, di lunghe maglie, affinchè o abbassando, o alzando una maglia possa sapersi quanta sia l'immersione, o emersione della Ventola. Dovendo inoltre detta Ventola farsi rivolgere ad angoli diversi, sul triangolo superiore, resta fissato un semicircolo LMI, colle sue divisioni de' gradi, il quale però resta nel suo centro incavato per lasciar libere le rivoluzioni della Ventola. Per poter contrassegnare gli angoli differenti su quali vuol collocarsi la sopraddetta Ventola, all'albero medesimo è raccomandata la lancetta, o sia l'indice de' gradi RM. Indi è che qualunque angolo faccia la Ventola AD colla direzione del fluido, o essa Ventola resti alla superficie del medesimo, o si faccia immergere verso il fondo, sempre la lancetta RM ci verrà ad indicare lo stesso angolo sulla graduazione del semicircolo.

Essendo inoltre destinata la Ventola per sostenere a qualunque angolo di obliquità le forze del fluido, e per misurare dette forze è stata aggiunta, ed incastrata sull'Albero una rotella Rr con un Canaletto scavato nell'esterior sua circonferenza. A tal canaletto si avvolge una funicella, la qual poi si conduce ad una puleggia segnata V, e da essa si lascia pendere verticalmente ad una piccola altezza VQ, ed alla sua estremità si attacca un peso Q maggiore, o minore, secondo, che esigono le diverse qualità degli esperimenti. Dovrà adan-

que succedere, che aggravandosi il peso Q sulla detta puleggia V , e passando tal forza per una linea orizzontale sulla detta ruotella R , che è concentrica all'albero, ne deve risentir l'effetto la Ventola $BA, E'D$, la quale, o si voglia collocare perpendicolarmente al fluido, ovvero obliquamente rispetto al medesimo: mutando i pesi Q , per fare equilibrio o c. l. la spinta perpendicolare, o colla spinta obliqua della corrente, si conoscerà così il valore de' pesi per resistere a qualunque impulso della medesima in qualunque data direzione.

E perchè non è facile il ben collocare detto Castello nella corrente di un Fiume, o di un Canale, affinchè l'asse della Ventola Pp passi per una linea verticale, è stato per questo immaginato il piombino qg , che restando sospeso ad un certo punto g della grue di ferro, debba battere colla punta inferiore del Piombino un certo punto q , che si segna esattamente piombando l'albero mentre esso è fuori dell'acqua, e posa sopra un pavimento orizzontale. Tale è la figura, e costruzione del Castello, e della Ventola Idraulica, ma le loro vere dimensioni sono come siegue

Dimensioni del Castello Idraulico.

Nam. 1. Altezza totale	- - - - -	Br. ^a 4. 1. 6.
Lato de' due Triangoli equilateri	- - - - -	„ 1. 10. 8.
Altezza del piano superiore all'inferiore	- - - - -	„ 3. 12. —
Altezza del piano inferiore alla sua estremità	„ - - - - -	„ 10. 4.
Lunghezza del piombino verticale	- - - - -	„ — 10. 4.
Distanza dal centro dell'albero, o del pernio inferiore al resto del Castello	- - - - -	„ — 4. —

Dimen-

Dimensioni della Ventola Idraulica.

<i>Num. 3. 1.</i> Altezza dell' Albero dal pernio superiore all' inferiore - - - - -	Bc. ^a 4. 3. 0.
2. Calo dell' Albero in quadro - - - - -	" 0. 2. 7.
3. Circonferenza della rotella - - - - -	" 0. 14. 11.
4. Groschezza della funicella, che col peso si attaccava alla rotella - - - - -	" 0. 0. 8.
5. Lunghezza dell' indice, o sia semidiametro del mezzo cerchio graduato - - - - -	" 0. 16. 8.
6. Lunghezza della Ventola - - - - -	" 1. 0. 0.
7. Larghezza della medesima - - - - -	" 0. 10. 0.
8. Dal centro dell' Albero al principio della Ventola - - - - -	" 0. 4. 6.
9. Lunghezza de' due braccioli di ferro dallo spigolo dell' Albero al principio della Ventola -	" 0. 3. 0.
10. Circonferenza del pernio superiore nel punto, che girava sull' occhio - - - - -	" 0. 1. 6.

Avvertasi, che il pernio inferiore era della figura di un cono, e avvolgevasi sul rullino di metallo con una punta assai acuta.

11. Groschezza de due ferri, che sostengono la Ventola devari 8 $\frac{1}{2}$ per ciascuno, cioè un poco più di $\frac{7}{8}$ di foldo.

Avvertasi, che la distanza dal Centro dell' albero al principio della Ventola è di soldi 4 $\frac{1}{2}$, secondo il Calcolo della semidiagonale dell' albero, che è di soldi 1 $\frac{1}{2}$ e non soldi 1 $\frac{1}{4}$.

AR-

ARTICOLO II.

*Sperienze fatte intorno alla resistenza della Ventola
per girare intorno all'asse verticale.*

Num. 4. IL dì 17. Maggio essendo stato compito il Castello, e la Ventola Idraulica co' suoi annessi, fu attaccato un sottilissimo filo alla rotella concentrica all'Albero, e facendo passar tal filo per la puleggia di ferro imperniata nel metallo, affinchè dalla posizione orizzontale passasse alla verticale, allo stesso filo fu attaccato un pezzetto di legno di pino, il quale pesava circa oncia $1\frac{1}{2}$. Era stato il Castello talmente collocato in piano, che la Ventola venisse a fermarsi a qualunque punto si voleva, sì che portò una non piccola difficoltà, giacchè calzando i piedi del Castello con biette sottilissime, che lo alzavano, o abbassavano di una decima di linea, secondo, che tali calzature si collocavano ora in un piede, ed ora in un altro, mutava subito il moto della Ventola. Ma finalmente avendo ottenuta la più precisa collocazione dell'Albero, e della Ventola, fu attaccato il pesetto di once $1\frac{1}{2}$ come è stato detto.

Esso fece subito girar l'Albero, e la Ventola da una parte, e dall'altra, e riducendola a mano all'indietro, essa sempre girava secondo l'azione del peso.

Dunque il pesetto fu scemato di una mezz'oncia, e con un oncia sola si vedeva la Ventola ubbidiente al tirar del pesetto,

fetto, facendo la sua intera rivoluzione, come prima, ma più lentamente.

Finalmente il pesetto dell'oncia si ridusse a danari 15, e con tal pesetto la ventola fermavasi ad ogni punto, e qualche volta secondava, qualche volta resisteva alla gravitazione de danari 15. Si fece ungere di olio purgato il pernio inferiore, e superiore, ma non per questo si guadagnò maggior facilità.

Essendo la Ventola parte di legname di pino, e parte di cotto, come sono le sue traverse, il pino è di minore specifica gravità dell'acqua, ed il cerro ha la gravità poco meno, che uguale. L'Albero fu fatto di cerro bene stagionato. Onde immergendo nell'acqua tanto la Ventola, che l'Albero, il peso rispettivo totale deve esser minore del peso assoluto, e così gli attrici, e le resistenze indi cagionare devono scemare nell'atto delle nuove sperienze.

Perciò potremo esser sicuri, che per questa parte la resistenza della Ventola immersa nell'acqua dovrà esser minore di denari 15, e naturalmente non farà la metà. Ma o sia essa di danari 15, o sia di danari 7½, sempre dovrà dirsi tenuissima, e perciò affatto incapace di turbare i fenomeni di questa macchinetta.

Molto più ciò si avvera, quando il pesetto sia riferito non già al raggio della rotella, ma bensì al centro delle impressioni, che come si vedrà è distante dalla vertical dell'Albero circa soldi 15, quando il raggio della rotella è di soldi 25 prossimamente. Onde diminuendo il peso gravitante nella ragione del 15. al 25, cioè del 6.: 1. e ritenendo tutti i denari 15 senza alcuna diminuzione, si troveranno soli denari

ri

ri $2\frac{1}{2}$ di resistenza riportata al centro delle impulsioni del fluido sulla superficie rettangola della Ventola. Tutto questo ci assicura dell' insensibilità di queste resistenze alle rivoluzioni della Ventola. E quando mai la delicatezza degli esperimenti, che mi accingo a tentate giugneste a così alto segno, che donati $2\frac{1}{2}$ fossero sensibili (il che preveggo impossibile) pure ancora in tal caso potremo introdurre la riduzione per liberargli da tal resistenza.

Oltre alla resistenza, che possono generate le patti del Castello, vi è l'altta, che è cagionata dalle impulsioni del fluido, che spingendo la Ventola, ed equilibrando le sue forze col peso aggravato, obbliga i pernì dell' Albero ad un attrito proporzionale a tali forze, ma di tal genere di resistenze ne sarà trattato nel Libro II. delle riduzioni.



A R T I C O L O III.

Prima giornata delle osservazioni, e sperienze fatte col descritto Castello, e Ventola sul Canal Reale del Lago di Castiglione.

Num. 5. **P**ER le prime sperienze da farsi colla Ventola Idraulica è stato trascelto un largo Canale, scavato anni sono per dare il più pronto scolo al Lago di Castiglione, ne' cui fondi esso va a terminare colla sua lunghezza di miglia $2\frac{1}{2}$.

Il Ramo trascelto di tal Canale è stato fissato tral Canal del Regolatore, e la nuova Careratta del Lago. I punti superiori

riori al Regolatore hanno maggiore irregolarità, ed i tronchi inferiori alle Cateratte, dove comincia la Fiumara, sono irregolarissimi per le loro larghezze, e profondità molto variabili da un punto all'altro. Le circostanze del Ramo trascelto son vantaggiose per la distanza del Mare, che oltrepassa il miglio. Esso è bene incassato tra gli Argini, e così meno risente l'impressione de Venti. E' pur difeso dall'alta fabbrica della Cateratta, che viene a parare l'impressione de Venti Marini.

Le Acque son chiarissime, come quelle, che son depurate dall'attraversare tutta la lunghezza del Lago, che è di miglia 9. Le larghezze, e le profondità delle acque sono adattate a queste prime sperienze, le quali poi vanno ripetute a larghezze, e profondità maggiori.

Le Maree del Mar Toscano non sono insensibili come molti hanno scritto, ma non son neppur tanto grandi da far temere delle variazioni considerabili nel corso delle esperienze.

La differenza tra la bassa, ed alta Marea nel dì 21. 22. e 23. non oltrepassa i pollici nove, e qualunque siasi il divario, che tal Marea potesse cagionare, se ne dovrà tener conto col solito istumento, col quale io ho osservato tale Marea per più mesi.

L'opportunità maggiore di questo ramo di Canale, si è, che il suo fondo fino alla soglia murata dalla Cateratta pende circa soldi 5. in braccia 246, come si vedrà. Questo declive era necessario per quella classe di sperienze, che mi son proposto di fare per le diverse velocità di diversi strati del fluido dalla sua superficie fino al suo fondo, giacchè in alcune informi sperienze, che sono state fatte prima di me, non siamo assicurati bene, che i fondi de Fiumi non fossero morti.

B

Fatta

Fatta per tali ragioni la scelta del Canale, e fissato il giorno innanzi il Castello, e la Ventola nel mezzo del Canale, alle ore 8 minuti 48 fu misurata la profondità delle acque sulla foglia di mezzo della Cateratta, e fu trovata per replicate sperienze di braccia 2. soldi 11.

A ore 9. min. 3. fu misurato il pelo dell'acqua attuale col solito strumento delle Maree, e fu trovato a piedi 2, pollici 4, linee 6 misura parigina, avvertendo, che si contano i numeri dall'alto al basso.

Avendo stabilito il Castello nel punto già indicato, furono misurare braccia 64 tanto nella parte superiore, che nell'inferiore del Canale.

Amendue le Sezioni erano quasi uguali, avendo la lor lunghezza di braccia 26. Fiorentine.

La lor maggior profondità di braccia 2. soldi 10. E queste profondità si mantenevano per una certa lunghezza a destra, e a sinistra.

Dopo di che il fondo cominciavasi a rialzare gradatamente a destra, e sinistra, diminuendo di circa due, o tre soldi in braccia 3. di lunghezza, finchè accostandosi alle ripe, il rialzamento del fondo era molto maggiore, riducendosi alla fine colla scarpa naturale di braccio per braccio.

Porrà assumersi la media larghezza di tali Sezioni di braccia $23\frac{1}{2}$, e la profondità media di braccia 2, in modo tale, che la riquadratura di ciascuna Sezione era all'incirca di braccia quadrate 47.

Diminuiva però tal Sezione, o cresceva di uno, o di due pollici al più, secondo che sarà indicato nel decorso delle mie sperienze.

PR-

PRIMA CLASSE

Di sperienze fatte nel Canale tra i descritti due punti superiore, ed inferiore, per dedurre la Velocità delle acque nel filone di mezzo dove era il Castello coll' uso de Galleggianti.

Nam. 6. Sperienza I. Il Galleggiante passò nel mezzo del Canale in minuti - - - - - 3'. 15"
per la lunghezza di braccia 128.

Sperienza II. Furono gettati insieme un pezzetto di legno secco, ed un giunco verde, e pesante. Il primo passò in - 3'. 24"

Il secondo in - - - - - 3'. 6"⁷
ma si avverta, che il legno non era nel mezzo.

Sperienza III. La Canna passò in - - - - - 3'. 6"

Il Legno - - - - - 3'. 1"

Il pelo dell'acqua all'istrumento delle Maree era abbassato pollice 1. a ore 10 minuti 10, e così la maggior velocità dipende dalla bassa Marea.

Sperienza IV. Il Legno passò in - - - - - 3'. 5"

Il Bido in - - - - - 3'. 25"
ma si avverta, che il galleggiante di legno era più piccolo, e veniva agitato dal vento.

Sperienza V. Per impedire l'effetto del Vento fu preso un galleggiante di cerro, che si sommergeva più nell'acqua, ed appena restava sopra la superficie una sua punta, ed il tempo fu di - - - - - 3'. 7"

Sperienza VI. Ripetuta la sperienza col Galleggiante di Cerro, esso tuffava assai bene, e passò in - - - - - 3'. 6"

B 2

Onde

Onde si devono pigliare le ultime tre sperienze, come esenti dall'impressione del Vento, e sarà la velocità come segue

Tempo per l'esperienza IV.	- - - - -	3'. 5"
per l'esperienza V.	- - - - -	3'. 7"
per l'esperienza VI.	- - - - -	3'. 6"
		<u>Media 3'. 6"</u>

SECONDA CLASSE

D'esperienze fatte collo stesso Galleggiante, lontano dal filone di mezzo verso le due ripe destra, e sinistra.

Num. 7. Esperienza I. Per avere una qualche idea delle resistenze, che risente la velocità dell'acqua corrente lungi dal suo filone accostandosi alla ripe, fu gettato il Galleggiante presso alla ripa sinistra alla distanza dalla medesima di braccia tre, e detto Galleggiante di certo, per trascorrere le stesse braccia 128. vi consumò - - - - - 5'. 18"

Sperienza II. Procurando di tener detto Galleggiante alla distanza di braccia 3. come dianzi, nello scorrere sotto il Castello si allontanò alquanto da dette braccia, e consumò nel suo viaggio - - - - - 5'. 20"

Sperienza III. All'opposta ripa destra fu gettato un altro Galleggiante similmente di certo alla distanza di circa braccia 6. dalla ripa, e vi consumò minuti - - - - - 3'. 56"

Sperienza IV. Ripetendo la medesima sperienza, il Galleggiante non si mantenne alla distanza di braccia 6, ma si accostò un poco più alla ripa, e v'impiegò - - - - - 4'. 0"

Avver-

Avvertasi esser difficilissimo coll' uso de Galleggianti il misurare la velocità de' fili dell' acqua in vicinanza alle ripe, giacchè ordinariamente le maggiori velocità de' punti intermedj spingono i Galleggianti verso la ripa, ma qualche volta essi se ne discostano per qualche particolare accidente di que' tanti che accadono ne' Fiumi, e ne' Canali.

Per far passare i Galleggianti per la Sezione perpendicolare del Fiume, si collocano due bastoni, o pettiche, una alla destra, e l'altra alla sinistra, collocandogli sulla perpendicolare alla ripa, e traguardando dalla prima pettica alla seconda, si vede passare esattamente il Galleggiante, o i diversi Galleggianti per il piano perpendicolare alla corrente. Con tal diligenza sono state fatte le misure de' Galleggianti con un Oriolo a secondi fissi, fatto ultimamente a Ginevra con alcuni scatti da me suggeriti, al Negozio di Fazy, e Trembley, dove si lavorano queste mostre. Esse si dicono a *secondi fissi*, perchè nel mentre che dalla ruota serpentina si fanno quattro battute, dalla lancetta de' secondi si fa un solo scatto, e detta lancetta riman fissa senza alcuna oscillazione per quasi tutto il minuto secondo. Nelle altre mostre a secondi, la lancetta fa in un minuto secondo quattro salterelli, e dentro di ciascun salto fa la sua oscillazione, come accade in una mostra che son già molti anni feci costruire al bravo Mercante Sig. Bertoul a Parigi.



TER-

TERZA CLASSE

D'esperienze fatte colla Ventola Idraulica collocata precisamente alla superficie delle acque correnti colla sua linea superiore, restando essa immersa tutta sotto l'acqua.

Num. 8. Fu dato principio alle sperienze della Ventola Idraulica, collocando il Castello quasi nel mezzo del Canale, e mettendo l'albero sulla linea verticale coll'uso del descritto piombino. E siccome non è possibile il collocar talmente il Castello, che la lancetta corrisponda al principio delle divisioni del semicircolo, procurai di tenere il metodo di lasciar libera alla corrente la ventola senza alcun peso, di lasciarla oscillare a destra, ed a sinistra secondo le variazioni della corrente, per poi pigliare il principio della divisione dal punto intermedio de' due archi osservati. Questo è il metodo, che terrò, nelle presenti sperienze, e nelle altre, che seguiranno.

Fissato così il principio del Quadrante, si vanno aggravando de' pesi un poco per volta, notando sempre con ciascun di essi i due limiti dell'oscillazione, per sceglierne il punto intermedio. Sarà adunque

Esperienza I. Fu collocato il Castello in modo, che la Ventola restasse libera al corso dell'acqua, fu osservata un'oscillazione dagli 8. gradi fino a 12, e fu stimata la sua posizione di 10.^o prossimamente.

Esp. II. Fu attaccato un peso di libbre 4. once 8. Senesi, ed allora la Ventola oscillava da gradi 19. fino a 21. onde la media sarà stimata di gradi 20.

Esp.

Esp. III. Furono aggiunte libbre 4. Senesi, e fu trovata la minima oscillazione di $27.^{\circ}$, e la massima a $29.^{\circ} 30'$. Onde la media di $28.^{\circ} 15'$

Esp. IV. Furono aggiunte altre libbre 4, e la minima oscillazione era di $34.^{\circ} 45'$, e la massima di $36.^{\circ} 45'$; onde la media di $35.^{\circ} 37\frac{1}{2}'$

Esp. V. Furono aggiunte altre libbre 4, e la massima fu a $45.^{\circ} 45'$, e la minima a $43.^{\circ}$ la media sarà $44. 21'. 30''$.

Esp. VI. Furono aggiunte altre libbre 4. e la massima oscillazione era a $50.^{\circ} 30'$, la minima a $49.$ la media sarà $49.^{\circ} 45'$.

Esp. VII. Furono aggiunte altre libbre 4, e l'oscillazione era tra $58.^{\circ}$ e $60.^{\circ}$, la media sarà di 59°

Esp. VIII. Furono aggiunte altre libbre 4, e si osservò la minima oscillazione di $70.^{\circ}$ e la massima di $72.^{\circ}$ la media $71.^{\circ}$

Esp. IX. Fu aggiunta altra libbra, una per osservare più precisamente il *maximum*, e fu osservata l'oscillazione minima di 84° e la massima a $90.^{\circ}$, ma lasciandola a lungo tempo passava a $96.$ ed in qualche ondèggiamento passava al secondo quadrante. Sicchè il *maximum* era a poco più di una libbra.

Esp. X. Accrescendo un'altra libbra, subito passava dalla parte contraria. Onde il *maximum* potrà stimarsi a libbra una, onca 4, cioè once 4. di più dell'Esp. IX.

Sommando pertanto tutti i pesi delle descritte sperienze, esso in tutte formano libbre Senesi - - - - - 30. 0



QUAR-

QUARTA CLASSE

Delle sperienze di questo giorno fatte allo stesso intento di dedurre i pesi aggravati sopra diversi angoli di obliquità.

Nam. 9. Esp. I. Fu lasciata libera la Ventola che oscillava tra gradi 8, e 13.° media 10.° 30'

Esp. II. Furono collocate libbre 4 once 8, e colla fune potranno farsi libbre 4. 9; l'oscillazione era 21° $\frac{1}{2}$, e 25.° media 23.° 15'

Esp. III. Furono aggiunte altre libbre 4, e l'oscillazione era tra 33.° e 31.° media 32.°

Esp. IV. Coll'aggiunta di altre libbre 4 l'oscillazione era racchiusa tra 38.° e 39, media 38.° 30'

Esp. V. Aggiunte altre libbre 4, l'oscillazione versava tra 45.° 46°, media 45.° 45'

Esp. VI. Aggiunte altre libbre 4, l'oscillazione versava tra 50.° e 53° $\frac{1}{2}$; media 51.° 45'

Esp. VII. Con altre libbre 4, l'oscillazione era tra 81.° e 90.° media 85.° 30'

Esp. VIII. Aggiunta una sola libbra, lentamente trapassava nel secondo quadrante.

Sommando pertanto tutti i pesi delle descritte sperienze, essi formano libbre 25. 8

Finite queste sperienze alle ore 1. 15' dopo mezzo giorno, e ritornando nella Fiumara, si osservò, che l'acqua della medesima era notabilmente ritardata dal Vento di Ponente, che è opposto direttamente al corso dell'acqua, e così si comprende,

se, che non tanto l'abbassamento di linee tre, quanto l'impressione del Vento contrario ritardava la corrente del fluido, che mostra tali ritardamenti dalla prima alla seconda serie dell'esperienza.

ARTICOLO IV.

*Seconda giornata dell' esperienze fatte colla Ventola Idraulica
il dì 21. Maggio 1778.*

Num. 10. **A**Vendo osservato nell' esperienze di jeri, che il Barchetto, che doveva tenersi dietro al Castello della Ventola deviava alquanto il corso dell'acqua, e che essendo impossibile il tenerlo immobile per poter osservare la graduazione, ed aggiungere i pesi convenienti, indi nascevano una irregolarità nell' esperienze, pensai di formare un Ponte attorno al Castello, il quale essendo raccomandato ad alcuni pali confitti stabilmente in buona distanza dal Castello, lasciassero il fluido scorrere attorno alla Ventola, senza alcuna benchè minima torbazione. Con tal nuova circostanza furono fatte le esperienze di questa giornata, dal cui successo potrà ricoposcersi l'utile di tal circostanza.

Merita intanto di essere avvertito, che l'irregolarità, che induce il Castello triangolare nella direzione del fluido, niente nuoce all' esperienze, giacchè tale irregolarità è invariabile. Onde ammettendo per ipotesi, che l'ostacolo de' diversi pezzi del Castello deviasse la primitiva direzione del fluido di uno,

C

o di

o di due gradi, questi si conserveranno da o. fino a 90. Questi gradi si contano lasciando prima libera la Ventola al corso attuale del fluido con quelle resistenze, ed inflessioni, che il Castello può mai introdurre, o esse siano grandi, o siano piccole. E partendo da quel punto gli angoli di obliquità, si vanno contando nel semicircolo fino a gradi 90. Onde resistendo sempre ugualmente il Castello dalla superficie dell'acqua fino al fondo, ed essendo i suoi piedi sempre dell'è stesse grossezze, il turbamento, che indi ne deriva dee esser costante, e così aggiunta, o tolta una quantità costante all'angolo della primitiva direzione, i risultati non possono restarne alterati.

Quando la Ventola resta a se stessa abbandonata, non si altera punto la sua direzione, per esser coperta dalla grossezza dell'albero, al quale essa è raccomandata; giacchè essendo quadrato detto albero, ed avendo i suoi angoli colla stessa direzione della Ventola, per cui passa la Diagonale del quadrato, i due lati, che ricevon l'impressione del fluido, l'uno a destra, e l'altro a sinistra, restano ogualmente sospinti in due parti opposte, e contrarie, e perciò operando essi intorno alla linea centrale dell'albero, lasciano il medesimo nella direzione della Ventola, facendogli equilibrio dalle due parti, sicchè il fluido dopo l'impressione fatta all'Albero dee scappare dal medesimo con direzioni uguali, e contrarie, e così esso non potrà punto alterare l'altra impressione, che fa il fluido contro le due superficie della Ventola, per tenerla nella direzione, che è propria dello stesso fluido, compresi tutti i suoi turbamenti, ed alterazioni. Con tali avvertenze, e circostanze sono state proseguite l'Esperienze Idrauliche, che soggiungerò in questa, e nelle seguenti giornate.

Alla

Alla foglia della Cateratta era la profondità dell'acqua braccia 2. soldi 9. denari 0.

Il Pelo dell'acqua allo strumento delle Maree era di piedi 2. pollici 15, alle ore 9. 30'.

Prima Serie d'esperienze.

Num. 11. Esp. I. Avendo lasciata libera la Ventola, la sua oscillazione era tra gradi 17, e 13.° Onde la media si accosterà a gradi 15, che è diversa da quella di jeri a motivo del Barchetto.

Esp. II. Fu attaccato il peso di libbre 2, l'oscillazione della lancetta era tra gradi 18.° e 12.°, media gradi 20.°

Esp. III. Con altra libbre 2. l'oscillazione era tra 24.° e 16.°, media 25.°

Esp. IV. Aggiunse altre libbre due, l'indice oscillava tra gradi 27, e 30.° media 28.° 30'.

Esp. V. Con altre libbre 2, l'indice oscillava tra 33.° e 35.° 30'. media 34.° 15'.

Esp. VI. Colla solita aggiunta di libbre 2, oscillava l'indice tra 37°, e 40.° media 38.° 30'.

Esp. VII. Aggiunte altre libbre 2, era l'oscillazione tra 43°, e 46°, media 44.° 30'.

Esp. VIII. Colla solita giunta di libbre due, l'indice si portò ad oscillare tra 48°, e 51°, media 49.° 30'.

Esp. IX. Aggiunte altre libbre 2, l'oscillazione era tra 59.° e 61°, media 60.° 00'.

Esp. X. Fu aggiunta una sola libbra per osservare bene gli ultimi angoli sino a gradi 90 dal 0, e l'indice oscillava tra 63°, e 64.° 45'. media 63.° 50' 1/2.

C 2

Esp.

Esp. XI. Fu aggiunta un'altra libbra, e l'indice andò ad oscillare tra 67° , e 70° , media $68^{\circ} 45'$

Esp. XII. Con una nuova libbra arrivava a 95° , e poi tornava addietro.

Esp. XIII. Senza aggiungervi altro peso con qualche fermata oltrepassava fino a gradi 100, e poi girava sul secondo quadrante.

Avvertasi, che in queste sperienze il Mare era in calma, si levò un piccol vento di Greco-Levante, che non turbava la velocità della superficie; La Ventola non era esattamente al pelo dell'acqua, ma risaltava sopra la medesima, circa linee tre. Fu riosservato l'istumento delle Maree, ed era a piedi di 2. pollici 9. linee 3. all'ora 10. 25. 4 in cui fu finita questa serie di sperienze. Onde l'acqua era abbassata di pollici 1. linee 3.

Fu misurata l'attual profondità dell'acqua accanto alla Ventola, e fu trovata di braccia 2. soldi 5.

Sommando ora tutti i pesi delle dette sperienze, formato in tutti libbre 19. o 6.

Seconda Serie di sperienze, nelle quali il Castello fu, affondato alquanto, per far tornar la Ventola alla superficie del fluido con tutta la precisione.

Num. 13. Esp. I. Fu osservata la direzione della Ventola libera a gradi 13, e 17° come nella prima serie, media 15° .

Esp. II. Fu collocata la cassetta con libbre due di peso, e la lancetta si portò ad oscillare tra 19° , e 23° la media sarà 21°

Esp.

Esp. III. Furono aggiunte libbre 2, e l'oscillazione era tra 24° e $27^{\circ} 45'$, la media sarà $25^{\circ} 52' \frac{1}{2}$.

Esp. IV. Con altre libbre 2, la lancetta oscillava tra $29^{\circ} \frac{1}{2}$, e 33° , la media sarà $31^{\circ} 15'$.

Esp. V. Aggiunte altre libbre 2, oscillava l'indice tra 35° , e 38° , media $36^{\circ} 30'$.

Esp. VI. Furono aggiunte altre libbre 2, e l'indice versava tra $41^{\circ} 44'$, media $41^{\circ} 30'$.

Esp. VII. Furono aggiunte altre libbre 2, e l'indice trovossi tra 45° , e 48° , media $46^{\circ} 30'$.

Esp. VIII. Con altre libbre 2, la lancetta si portò tra gradi 51° , e $54^{\circ} 45'$, media $52^{\circ} 52' \frac{1}{2}$.

Esp. IX. Fu aggiunta una sola libbra per meglio discernere gli ultimi incrementi, ed allora l'indice si avanzò tra 58° e $60^{\circ} \frac{1}{2}$, media $59^{\circ} 15'$.

Esp. X. Fu aggiunta una sola libbra per la maggior precisione, e l'indice si aggirava tra gradi 64, e $67 \frac{1}{2}$, media $65^{\circ} 45'$.

Esp. XI. Furono aggiunte sole once 6, e l'indice era tra 70° , e 76° , media 73° .

Esp. XII. Furono aggiunte sole once 4, ed al grado 90 era dubbioso, e poi tornò a $87^{\circ} \frac{1}{2}$. Onde l'oscillazione può stimarsi tra $87^{\circ} \frac{1}{2}$ e 90° , media $88^{\circ} 45'$.

Esp. XIII. Furono aggiunte altre once 3, colle quali oltrepassava al secondo quadrante, ma fermossi un poco su gradi 100, e 104, media 102.

Esp. XIV. Aggiunte poi altre once 2, giunse a 103° , poi tornava a 103° . Onde la media sarà $101^{\circ} 30'$.

Esp. XV. Furono aggiunte altre once 4, ed arrivò a 102 poco più.

Esp.

Esp. XVI. Furono aggiunte altre once 4, ed allora arrivava al secondo quadrante. Onde il peso totale sarà poco più di quello della sperimentazione XV, cioè un'oncia di più.

Finita questa serie di sperimentazioni, lo strumento delle Marea era calato solo di una mezza linea, alle ore 12. 17'. Onde questa serie per la costanza del fluido, e per i piccoli pesi aggiuntivi all'ultima, sarà più precisa delle altre.

I pesi con i quali sono state fatte le sopradescritte sperimentazioni sommano libbre 17. once 8,

Terza Serie di sperimentazioni fatta col Galleggiante.

Num. 13. Sper. I. Fu gettato alla prima Sezione il Galleggiante di Cerro, e passò alla seconda in 5'. 5'', per la solita lunghezza di braccia 128, ma si avvertì, che esso si accostò alla riva sinistra.

Esp. II. Il Galleggiante passò in 4'. e 1'' vicino alla Ventola, ma poi piegò un poco alla sinistra.

Esp. III. Il Galleggiante passò in 4'. 22'', ma dal mezzo in giù si accostò alla riva.

Esp. IV. Piegando sempre il Galleggiante alla sinistra, fu preso il partito di farlo arrivare alla metà, e così fare il viaggio di braccia 64, e vi consumò 2'. 2''. Questa è la più giusta velocità superficiale, che corrisponda alla Ventola.

Alle ore 12. 44', era lo strumento delle Marea a piedi 4. 12. 6.



Quar-

*Quarta Serie di sperienze fatte il dì 21. per misurare
le velocità degli Strati inferiori dell' Acqua.*

Num. 14. Per ottener tal misura fu aggravata la Ventola con libbre 12, ed essendo ella alla superficie colla sua superiore estremità, fu osservato l'angolo dell'obliquità, che era oscillante tra $45^{\circ}\frac{1}{2}$, e $49^{\circ}\frac{1}{2}$, supponendo, che alla direzione della Ventola libera fusse di 15° . Onde la media sarà a $47\frac{1}{2}$.

Esp. II. Avendo fatto passare il Barchetto dalla destra alla sinistra ripa, l'indice era sopra i gradi 50, e poi cominciò ad oscillare tra 50° e 52 . Onde la media sarà di 51° , ed in questo stato la Ventola fu abbassata di soldi 5. sotto il pelo dell'acqua, e l'indice allora oscillava tra $48^{\circ}\frac{1}{2}$, e 51° , segno, che la velocità dello Strato era maggiore, giacchè il peso costante faceva equilibrio con un seno minore.

Esp. III. Indi si passò ad abbassare altri soldi 5. la Ventola, ed osservando l'indice, esso oscillava tra $53^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$, media 55° , segno, che la velocità dello Strato era minore.

Esp. IV. Fu abbassata la Ventola altri soldi 5, e l'indice oscillava tra $57^{\circ}\frac{1}{2}$ e 61° , media $59^{\circ}15'$.

Esp. V. Fu fatto un altro abbassamento di soldi 5, ed al medesimo corrispondeva l'oscillazione tra 66° e 71° , media $68^{\circ}\frac{1}{2}$.

Esp. VI. Con un altro abbassamento di soldi 5. fu osservata l'oscillazione della lancetta tra 100° , e 105° , ma poi passò avanti girando al secondo Quadrante, segno, che la velocità era talmente scemata, che le libbre 12. si equilibravano col seno totale. Onde per avere la serie delle sperienze fino al

fin.

fondo, fu necessario scemare il peso della metà, e così fu fatta altra serie di sperienze.

Quinta Serie di sperienze, per determinare le velocità degli Strati inferiori dell'acqua corrente.

Num. 15. Esp. I. Col peso di libbre 6, e colla Ventola alla superficie, l'indice oscillava tra $36.^{\circ}$ e $37.^{\circ}$, media $36.^{\circ} 30'$.

Esp. II. Fu abbassata la Ventola loldi 5, si ebbe l'oscillazione tra gradi $35.^{\circ}$ e $38.^{\circ}$, media $36.^{\circ} 30'$.

Esp. III. Con un altro abbassamento di loldi 5, l'indice oscillava tra gradi $38.^{\circ}$ e $40.^{\circ}$, media oscillazione $39.^{\circ}$.

Esp. IV. Fu abbassata la Ventola altri loldi 5, e così la sua oscillazione tornava tra $40.^{\circ}$ e $42.^{\circ}$, media sarà $41.^{\circ}$.

Esp. V. Con un simile abbassamento di loldi 5 oscillava tra $42.^{\circ}$ e $43^{\circ} \frac{1}{2}$, la media sarà $42.^{\circ} 45'$.

Esp. VI. Con un altro abbassamento oscillava tra $43^{\circ} \frac{1}{2}$ e $46.^{\circ}$, media $44.^{\circ} 45'$.

Esp. VII. Con altro abbassamento oscillava tra $43^{\circ} \frac{1}{2}$, e $47.^{\circ}$, media $45.^{\circ} 15'$.

Esp. VIII. Fatto un altro abbassamento, oscillava tra $44^{\circ} \frac{1}{2}$, e $51.^{\circ}$, media $47. 37' \frac{1}{2}$.

Sesta Serie di sperienze col peso di libbre 9. per render più sensibili i decrementi delle velocità.

Num. 16. Esp. I. Essendo la Ventola alla superficie dell'acqua col detto peso di libbre 9, oscillava tra gradi $45.^{\circ}$ e $50.^{\circ}$, media $47^{\circ} \frac{1}{2}$.

Esp.

Esp. II. Abbassando la Ventola soldi 5, oscillava l'indice tra $48.^{\circ}$ e $51.^{\circ}$, media $49.^{\circ} 30'$.

Esp. III. Con altro sbassamento di soldi 5, oscillava tra $47.^{\circ}$, e $49.^{\circ}$, media $48.^{\circ}$. Essendo osservato lo strumento delle Maree era a piedi 2. o. 6. Onde era cresciuto il riempifondo di pollice 1.

Esp. IV. Con altro abbassamento di soldi 5, era la stessa oscillazione.

Esp. V. Fu abbassata la Ventola sino al fondo, e fu trovata l'oscillazione da $69.^{\circ} \frac{1}{2}$ sino a $71.^{\circ}$, media $70.^{\circ} 32' \frac{1}{2}$.

In questa serie l'effetto della velocità era turbato dalla Marca, che sensibilmente cresceva. Ma pure dalla superficie sino al fondo scema la velocità in quella ragione, che dimostrerà il calcolo, dall'angolo $47.^{\circ} \frac{1}{2}$ sino all'angolo $70.^{\circ} 15$.

Terza giornata dell'esperienze Idrauliche, fatte al Lago di Castiglione il dì 22. Maggio.

Num. 17. Essendo calma in Mare, e senza vento notabile, furono fatte le solite sperienze ad acqua alta per la Marea. Fu misurata la profondità alla foglia, e fu trovata di braccia 2. soldi 13., cioè soldi 4. maggiore di quella della seconda giornata. Allo strumento delle Maree era piedi 2. pollici 4. linee 9. Fu misurata la distanza della Cateratta dal punto dello strumento delle Maree, e fu trovata di canne 54. di braccia 4.

502

D

Pri-

*Prima Serie di esperienze fatte per le velocità
de' diversi Strati.*

Num. 18. Col Galleggiante la velocità superficiale era di braccia 128. in 5'. 0". la prima volta, e la seconda di 4'. e 43".

Esp. I. Essendò libera la Ventola, l'indice oscillava tra 10.° e 11.° e la Ventola era alla superficie dell'acqua, media 10. 30.

Esp. II. Aggravato il peso di libbre 6 per la piccola velocità, che correva a motivo della Marea, l'indice versava tra 37.° e 39.° 45', media 38.° 22' $\frac{1}{2}$.

Esp. III. Abbassandò la Ventola soldi 5. sotto il pelo dell'acqua, l'indice versava tra 38.° $\frac{1}{2}$, e 40°, media 39.° 15'.

Esp. IV. Coll'abbassamento di altri soldi 5, l'oscillazione traversava tra 37.° 39.° $\frac{1}{2}$, media 38.° 15'.

Esp. V. Fu immersa la Ventola per altri soldi 5, ed oscillava tra 38.° 40., media 39.° . . .

Esp. VI. Coll'abbassamento di altri soldi 5, era tra 41.° $\frac{1}{2}$, e 44., media 42.° 45'.

Esp. VII. Fu fatto un altro abbassamento della stessa misura, e si osservò l'oscillazione dell'indice tra 46°, e 48°, media 47.° . . .

Esp. VIII. Con altro abbassamento simile, oscillava l'indice tra 53°, e 56., media 54.° 30'.

Esp. IX. Con altro sbassamento, oscillava tra 56.° e 59.° $\frac{1}{2}$, media 57.° 45'.

Esp. X. Fu fatto altro simile sbassamento, e l'oscillazione si portò tra 63°, e 65°, media 64.° E qui si arrivò quasi al fondo del Canale, dove arrivava il centro inferiore dell'albero.

Fu

Fu misurata la profondità dell'acqua fino al fondo accanto alla Ventola, e fu trovata di braccia 2, soldi 8, danari 8. Fu presa la stessa misura sopra il ferro, che regge la Ventola, e fu trovata di braccia 2, soldi 5, danari 8. Onde la Ventola era sopra il fondo soldi 3.

Avendo riscontrato lo strumento delle Maree, esso era a piedi due, pollici 2, linee 6. Da che si argomenta che nel tempo dell'esperienze, la caduta era cresciuta di circa pollici 2, e così la velocità andava crescendo dalla prima esperienza all'ultima.

Num. 19. Comprendesi da queste, e dall'altre sperienze analoghe, in primo luogo, che la velocità della superficie fino ad un certo punto, o si mantien costante, o piuttosto cresce alquanto. Secondo, che da tal fondo al fondo, o presso il medesimo va notabilmente scemando. Terzo, che non frastorna tal diminuzione, la pendenza del fondo, la quale nel presente caso era di circa soldi 5, in Canne 54, cioè braccia 216. Onde non era fondo morto, ma fondo notabilmente inclinato. Deducesi in quarto luogo, che quanto sono minori le velocità in generale, tanto più si mantiene equabile la velocità dalla superficie fino ad un certo punto del fondo. In fatti ne' tre primi abbassamenti, cioè in soldi 15, poco divario fa l'angolo di deviazione, e negli altri cinque abbassamenti lo fa considerabile, così nella presente serie sarà per soldi 25. la profondità più variabile.

Se poi si comprenda la misura della Ventola, sarà alla superficie fino a soldi 10. per l'esperienza seconda.

Per l'esperienza III. sbailamento	- - - - "	5.
Per la quarta	- - - - -	" 5.
Per la quinta	- - - - -	" 5.
Somma foldi	- - - - -	25.

In tal profondità la velocità era quasi costante; Poichè alla superficie era l'angolo medio di - - - - $38.^{\circ} 22'\frac{1}{2}$

All'esperienza V. era di - - - - 39. 00

Poi per altre cinque sperienze era l'abbassamento di foldi 25, e coll'altezza della Ventola foldi 35. Siechè ne' primi foldi 25. la velocità oscillava un poco nel più, e nel meno, e potrà dirsi quasi costante, ma negli ultimi foldi 35. diminuiva notabilmente. Ma nelle maggiori velocità de' giorni scorsi, il punto della velocità quasi costante era a minor profondità, e gli Strati delle notabili diminuzioni erano di altezza maggiore.

*Seconda Serie di esperienze della terza giornata,
per le velocità degli Strati.*

Num. 20. Crescendo le velocità per le basse Marce, fu accresciuto il peso di libbre due, e così faranno libbre 8.

Alle ore 9. 45', era l'altezza allo strumento delle Maree di piedi 2. pollici 2, linee 0.

Esp. I. Col peso di libbre 8, e colla Ventola alla superficie dell'acqua corrente, era l'indice tra $45.^{\circ}$ e $49.^{\circ}$, media $47.^{\circ}$.

Esp II. Fu profondata la Ventola foldi 5, e l'oscillazione fu trovata tra 48, e $51.^{\circ}$, media $49.^{\circ} 30'$.

Esp. III. Con altri foldi 5, di maggior profondità, l'oscillazione era tra $47.^{\circ} 30'$, e $51.^{\circ} 30'$, media $49.^{\circ} 30'$.

Esp. .

Esp. IV. Fu calata la Ventola altri soldi 5, ed oscillava l'indice tra 50° , e 52° , media $51^{\circ} 30'$. Si vede, che a questa sperienza la velocità dello Strato è sensibilmente diminuita, ma non era così nella prima serie, e ciò perchè le velocità di questa serie sono maggiori per la bassa Marea, ed il peso maggiore rende più sensibili le variazioni.

Esp. V. Sbassata la Ventola altri soldi 5, l'indice oscillava tra 55° , e 58° , media $56^{\circ} 30'$, e così si palesa sempre più sensibile il decremento della velocità.

Esp. VI. Nell'altro simile sbassamento si palesava l'oscillazione della lancetta tra 56° , e 59° , media $57^{\circ} 30'$. Ma per lo sbassamento del Mare la corrente cresceva sensibilmente, e perciò veniva turbata la legge de' decrescimenti delle velocità.

Esp. VII. Fu abbassata la Ventola altri soldi 11. sino al fondo, ed osservando la lancetta, essa oscillava tra 75° , e 79° , media 77° .

Furono compite queste sperienze alle ore 10. 23'. In tal tempo lo strumento delle Marce era a piedi 2. o. 9. Onde nel tempo di 38'. il livello del Canale era abbassato di pollice 1. linee. 3.

Questa serie conferma le proposizioni dedotte dalle prime, se si ha riguardo allo sbassamento del Mare. Il vento era poco cresciuto, e non infilava il Canale, ma era latetale, e così non poteva produrre alcun sensibil divario.

*Terza Serie di esperienze fatte per le impressioni del fluido
a diversi angoli di obliquità della Ventola.*

Num. 21. Essendo prossima la bassa Marea, le variazioni delle altezze dovevano essere assai piccole, e perciò fu eseguita

guita questa terza serie di esperienze, incominciando dalla misura della velocità superficiale, per mezzo del Galleggiante. Sarà dunque

Esp. I. Ha trascorso il Galleggiante in 2'. 27'' lo stesso viaggio di braccia 64.

Esp. II. Ha trascorso 12. 2'. 28'', lo stesso viaggio.

Esp. III. Il Galleggiante in 4'. 20'', il viaggio di braccia 128.

Esp. IV. Il detto Galleggiante fece il medesimo viaggio in 4'. 28''.

Queste due ultime esperienze devono attendersi, perchè il Galleggiante passò quasi nel mezzo. Onde le braccia 128, portano 4'. 24'', di velocità media.

Quarta Serie di esperienze per diversi angoli di obliquità.

Num. 22. Esp. I. Lasciata la Ventola affatto libera alla corrente, oscillava tra gli angoli 11.° e 16°, media 13.° 30'. a ore 11. o'. Essa era alla superficie del fluido.

Esp. II. Fu aggravato l'albeto della Ventola di libbre 21. di peso, e con tal carico l'indice oscillava tra 19.° 23.°, media 21.°

Esp. III. Furono aggiunte altre libbre 2, e l'oscillazione si avanzò tra' gradi 26° $\frac{1}{2}$ e 30.°, media 28.° 15'.

Esp. IV. Coll'aggiunta di altre libbre 2, si portò ad oscillare tra 33° $\frac{1}{2}$, e 36.°, media 34.° 45'.

Esp. V. Furono aggiunte altre libbre 2, e si portò ad oscillare tra 42.° e 43.°, media 42.° 30'.

Esp. VI. Aggiunte altre libbre 2, l'oscillazione si avanzò tra 66°, e 68° $\frac{1}{2}$, media 67.° 7' $\frac{1}{2}$.

Esp.

Esp. VII. Con altre libbre 2. l'oscillazione si avanzò tra 66° , e $68^{\circ}\frac{1}{2}$, media $67^{\circ}\frac{1}{2}$.

Esp. VIII. Per conoscere più precisamente le ultime impressioni fu aggiunta una sola libbra, ed allora l'indice oscillava tra 82° , ed $84^{\circ}\frac{1}{2}$, media $83^{\circ}\frac{1}{2}$.

Esp. IX. Fu aggiunta una mezza libbra ed oscillava tra 105° , e 110° , media $107^{\circ}\ 30'$.

Esp. X. Furono aggiunte altre oncie 2. ed oscillava tra 111° , e 114° , media $112^{\circ}\ 30'$.

Esp. XI. Fu aggiunta un'altra oncia, colla quale l'indice trapassò al secondo Quadrante.

Furono compite queste sperienze ad ore 11. 30', e così furono compite tutte in 30. minuti.

Avendo osservato subito l'altezza dell'acqua allo strumen-
to delle Maree, essa fu trovata 2 piedi 1. poll. 11. linee 9. onde
in detto tempo era abbassato il peso dell'acqua di pollice 1.
Questa serie di sperienze è assai giusta, ma ne è stata fatta
la seguente, per incontrare la maggior costanza della velocità.

Avvertasi ancora, che all'Esp. X. con un poco di tempo
trapassava al secondo quadrante, Si stima, che il peso dell'
Esp. IX. si equilibri col seno totale.

Uniti insieme i pesi delle presenti sperienze, fanno il to-
tale di libbre - - - - - 12. 6.

*Quinta Serie di esperienze per le impressioni oblique
alla superficie delle acque, a ore 12. 32'.*

N^{um.} 23. Esp. I. Lasciata la Ventola libera, era nella me-
dia misura a $13^{\circ}\ 20'$.

Esp. II. Fu aggravata la Ventola con libbre 1, e l'indice
oscillava tra 19° . e $23^{\circ}\frac{1}{2}$, media $21^{\circ}\ 15'$.

Esp. III. Col peso di altre libbre 2. oscillava tra $26.^{\circ}$ e $29^{\frac{1}{2}}$, $27.^{\circ}$ $45'$.

Esp. IV. Colla giunta di altre libbre due, aggiravasi tra $31^{\frac{1}{2}}$ e 35° , media $33.^{\circ}$ $30'$.

Esp. V. Colla giunta di altre 2. oscillava tra $39.^{\circ}$ e 42° , media $40.^{\circ}$ $45'$.

Esp. VI. Aggiungendovi altre libbre due, oscillava tra 46° e $50.^{\circ}$, media $48.^{\circ}$ $15'$.

Esp. VII. Colla giunta di altre libbre due, arrivava tra $50.^{\circ}$ e 51° , media $50.^{\circ}$ $30'$.

Esp. VIII. Aggiunta altra libbra 1. si portò l'indice tra $66.^{\circ}$ e 64° , media $65.^{\circ}$.

Esp. IX. Fu aggiunta un'altra mezza libbra, e l'indice veniva tra $72.^{\circ}$ e 77° , media $74.^{\circ}$ $30'$.

Esp. X. Furono aggiunte altre once 4, e l'indice era tra $84.^{\circ}$ e 86° , media $85.^{\circ}$.

Esp. XI. Furono aggiunte altre once 2, e l'indice oscillava tra $88.^{\circ}$ e 90° , media $89.^{\circ}$.

Esp. XII. Furono cresciute altre once 2; ed era l'indice tra $95.^{\circ}$ e 99° , media 97° .

Esp. XIII. Fu aggiunta un'oncia sola, e l'indice arrivò a gradi 110° , e trapassò all'altro quadrante. Onde pare, che col peso dell'Esperienza XII. si faccia equilibrio col seno totale.

Si misurata la velocità col Galleggiante, ed era di $4'$. $21''$. per 128. braccia.

Lo strumento delle Maree era piede 1. poll. 10. linee 6. Onde nel tempo delle sperienze, era abbassato il livello di poll. 2. linee 3.

Mettendo insieme tutti i pesi delle presenti sperienze, fanno la somma di libbre - - - - - 14 3.

AR-

A R T I C O L O V.

Nuove Sperienze Idrauliche fatte sul Fiume Arno, per determinare le velocità degli Strati inferiori del fluido, ed altri fenomeni delle acque correnti. Descrizione del Castello per l'esperienze Idrauliche.

Num. 14. **I**L Castello da me formato per le nuove esperienze, dovendo servire per le considerabili profondità dell'acqua, mi convenne di farlo di altezza braccia 10, componendolo, come rappresenta la fig. 1. Castello II. Le quattro traverse angolari della sopraddetta altezza restano collegate co' due piani quadrati, l'uno inferiore, e l'altro superiore, i quali piani sono fermati a quattro traverse orizzontali, il cui lato è di braccia 3. Tali traverse restando collegate con viti di ferro, e loro dadi alle quattro travi verticali, ci somministrano il comodo di poter montare, e smontare il Castello per trasportarlo da un Fiume all'altro, come pure per trasportarlo nello stesso Fiume a diversi suoi rami, secondo l'occorrenza dell'esperienze.

Il piano quadrato inferiore, non solamente serve per collegare il Castello, ma ancora per caricarlo con grosso sasso, quando esso si trova al fondo del Fiume, ricevendo le impressioni del medesimo all'altezza di sei in sette braccia, ora più ora meno, secondo le diverse profondità del fluido corrente.

E

E quan-

E quando mai la forza delle acque fosse tale, che l'aggravio di tal peso non si trovasse sufficiente per tutta quella stabilità del Castello, che ci sarà necessaria, è stato immaginato il compenso di pianar nel Fiume alcuni paloni, ai quali raccomandasi il detto Castello, affinchè sia perfettamente immobile.

Il piano superiore non solamente serve per la collegamento del Castello, ma ancora per ricevere le divisioni del Quadrante, che son necessarie per sapere gli angoli dell'obliquità, come la figura dimostra.

In uno degli angoli retti, tanto del piano inferiore, che del superiore son piantate due mensole, o braccioli, che devono ricevere i due centri dell'albero, che deve regolare il movimento della Ventola Idraulica, affinchè essa possa discendere, e salire a qualunque Strato di fluido, e possa altresì a qualunque Strato disporsi a quell'angolo di obliquità, che si vorrà, per bene intender le leggi, ed i veri fenomeni delle acque correnti de' nostri Fiumi. Il pernio inferiore dell'Albero si fa girare sopra un rullino di metallo, mentre il pernio superiore rivolgesi in un cerchietto di ferro più crudo. La figura dell'albero è di sezione quadrata, affinchè i due braccioli di ferro, che reggono la Ventola, essendo quadrati ancor essi possano scendere, e salire per lo stesso piano verticale senza mutar l'angolo.

La funicella, che sospende la Ventola è contraddistinta con alcuni nodi, per aver la giusta misura delle immersioni, e tali nodi son distanti l'uno dall'altro soldi $6\frac{1}{2}$, cioè la metà dell'altezza della Ventola, la quale è di soldi $12\frac{1}{2}$, mentre la sua lunghezza è stata fatta del doppio, cioè di soldi 25.

La

La sopraddetta Ventola si fa sporgere lungi dall'albero circa un mezzo braccio, per ottenere, che il rimulinamento dell'acqua intorno all'albero, non arrivi a turbare le impressio-
ai del fluido sulla superficie della Ventola.

Preparato così il Castello, non è cosa agevole il gettarlo con felicità ne' Fiumi, e molto meno il metterlo perfettamente in piombo, affinchè la Candela resti nella sua vera verticale, senza piegare in alcuna parte, giacchè piegando farebbero turbate, ed alterate non poco tutte l'esperienze, tanto quelle, che si fanno alla superficie del fluido, quanto le altre, che dovranno praticarsi a diverse profondità del medesimo. E tali difficoltà sempre più crescono, quanto più deve immergersi il Castello, per venire a toccare il fondo del Fiume. Poichè la corrente dell'acqua, l'inugual tenacità del fondo, la sua gran morbidezza in molti casi, il peso del Castello, e sua Travatura oppongono tanti ostacoli, e difficoltà, che alle prime prove sembra impossibile la giusta collocazione del medesimo in tutte le sue misure.

Vi vogliono alcuni preparativi per poter condurre a fine una tale impresa. E questi sono in primo luogo di una grossa Chiatte di quelle, che son capaci a sostenere circa libbre 30000 di peso, e più. Vi occorre in secondo luogo un buon numero di pali ben diritti, e lunghi per conficcare nel letto del Fiume verso l'angolo interiore del Castello, lasciando sempre libero l'angolo esteriore che porta l'albero, e la Venrola Idraulica. Vi occorrono inoltre altri pali, e tavoloni per formare un Ponte tra il Castello, e la riva, per potervi andare, e ritornare senza l'ingombro di alcuna Barca, o Navicello, che certamente verrebbe ad alterare la corrente naturale del Fiume.

E 2

Sopra

Sopra tal Ponte devono passare gli Osservatori, e i Pesatori, e la gente necessaria per aiutare, a caricare, e scaticare i pesi necessarj per le osservazioni. Quando poi la larghezza del Fiume fosse tale, che un simil Ponte non fosse praticabile, allora converrebbe servirsi di un piccolo Barchetto, che immergendosi men che sia possibile nell'acqua del Fiume, di poco ne cambiasse il filo della corrente. In una parola il Castello deve essere isolato, e lontano da ogni laterale impedimento.

Tralasciò gli altri minori, ed usuali preparativi de' differenti pesi, che vi vogliono per subito collocargli dall'una all'altra osservazione. E tutto questo va prima con diligenza preparato, per non imbtogliare la serie delle osservazioni, che si fanno nel tempo più tranquillo, e colla maggior calma dell'aria.

Il Castello con gran diligenza deve imbarcarsi sulla Chiatta, facendolo sporgere per una testata all'infuori, in modo tale, che volgendosi la Chiatta colla vera sua direzione, e reggendosi lo stesso Castello con quattro Venti di buoni cordami, si cominci a piegarlo all'ingiù, caricandolo di grosse pietre nel ricinto inferiore, che a tal'effetto è stato costruito con buone tavole bene inchiodate alle quattro colonne del Castello.

In tal modo regolandolo co' quattro venti esso anderà a toccare il fondo del Fiume; ed allora i quattro piedi, che sporgono sotto il piano inferiore vanno ad affondarsi nel letto del Fiume, sempre con qualche irregolarità, e disugualtà.

Per correggere il vizio del fondo, e collocare nella sua linea verticale tutto il Castello, il miglior compenso si è quello di piantare dietro al medesimo due, o quattro pali, collegandogli colle loro forti traverse. E tali pali, e traverse sono tanti punti di appoggio, su quali sollevando le colonne del
Castel-

Castello, che fossero troppo affondate; finalmente con lunga pazienza riesce di collocare il Castello a nostro modo, ottenendo, che la stessa corrente nol danneggi in alcun modo, e che il moto vorticoso, che pigliano le acque del fondo intorno a pali, ed al Castello non possa nuocere al Castello medesimo con alcun piegamento. Stabilito esso adunque in tal modo, procurasi di esaminare, se il suo inferiore carico sia ugualmente distribuito sulle nove braccia quadre del piano inferiore, tentando colla pertica il pietrame in tutti gli angoli, e quando si scorga alcuna mancanza, questa suppliscasi con altro fasso, finchè il peso sia ugualmente distribuito più che sarà possibile.

Indi si comincia a formare il Ponte con lunghi Tavoloci di 10, o 11. braccia di lunghezza, appoggiati sopra caprette di pali, che conducono sino alla riva. Indi sopra il piano superiore vi si colloca il Quadrante, badando bene, che esso sia concentrico all'imperniatura dell'albero, e che sia disposto in un piano orizzontale.

L'indice de' gradi si colloca, abbandonando la Ventola alla corrente dell'acqua senza alcun peso. Ed allora detto indice deve farsi coincidere circa il grado novantesimo, affinchè piegandosi poi la Ventola colla forza de' pesi, l'indice vada mostrando i diversi angoli, che corrispondono alla forza de' detti pesi.

E perchè il secondo uso importantissimo del Castello consiste nella misura delle inferiori velocità, così la Ventola deve esser disposta in maniera da poter liberamente trascorrere in giù, e in sù, parte coll'uso di una funicella, e parte con un gancio ben fermato alla testa di una lunga pertica.

Per

Per comparare la velocità superficiale, che deducesi dal peso totale aggravato alla Ventola, coll'altra velocità da rilevarsi coll'uso de'Galleggianti, questi vanno preparati in modo, che pochissimo sporgano sopra la superficie dell'acqua, sì che, come si fa dipende dalla specifica gravità del legno, che sia poco minore della simil gravità del fluido. Vero è, che per quanto si usi gran diligenza nella scelta de'Galleggianti, sarà sempre una circostanza rilevantissima quella del vento, che sarebbe capace a turbare non solamente la velocità de'Galleggianti, ma ancora la forza del fluido contro la superficie della Ventola. Per evitare un tale inconveniente, altro non vi è che la scelta di una tranquilla giornata, che senza alcun vento sensibile lasci correre il fluido, ed i Galleggianti secondo i loro moti naturali, che sen quelli, che si cercano nelle nostre sperienze.

Sulla scelta de' tronchi del Fiume per trasportarvi il Castello.

Num. 25. Le irregolarità di un Fiume son tali, e tante, che per bene eseguire le nuove sperienze Idrauliche, convien fare la scelta del tronco più adattato per le dette sperienze, affinchè le irregolarità del Fiume, e del fondo, non venissero a turbare il risultato. La principale attenzione deve averfi alla irregolarità del fondo, scegliendo un fondo tale, dove sia sicura la corrente fino al fondo, e dove pure il fondo medesimo per un tratto notabile abbia un uguale altezza di fluido. Il primo tronco da me scelto nel Fiume Arno è sotto la confluenza del Torrente della Cusciana, il quale ricevendo, e scaricando tutte le acque del Lago di Fucecchio, e de' suoi mol-
ti

ti Influenti, mantiene un poco più ricco il Fiume colle sue acque. Inoltre sotto tal confluenza, quando le acque sono tra di loro già mescolate, vi è un canale di giusta lunghezza della profondità di circa braccia 5, e tal Canale nel punto inferiore al Castello va piuttosto affondandosi, che elevandosi, il che giova per esser sicuri della corrente infino al fondo dell'Arno, come dalle stesse esperienze si rileverà. Il maggior fondo del Fiume in tal luogo si accosta alquanto alla spiaggia, il che giova per gettare il Ponte da avere una libera comunicazione col Castello. Se il maggior fondo fosse nel mezzo, troppo grande farebbe la briga di formare un Ponte di lunghezza circa braccia 60. ma non così accade nel caso presente, nel quale con un ponte di circa braccia 20. possono eseguirsi tutte le esperienze immaginabili.

La larghezza della Sezione del Fiume in detto posto è stata trovata di braccia 115.

Le profondità incominciano piccole alla riva sinistra dell'Arno, e poi vanno gradatamente crescendo sino alle braccia 5, dalle quali poi diminuiscono verso la riva destra.

Nella importa, che il maggior fondo sia lateralmente, o nel mezzo per il risultato delle esperienze, e dalla altra parte, per eseguirle riesce favorevole un fondo più prossimo alla riva. Da questo primo tronco son poi passato al secondo in un punto inferiore dell'Arno, come a suo luogo sarà descritto nella serie delle esperienze, che ho intraprese, per risolvere colla luce della sperienza i problemi più interessanti dell'Idraulica.

Misu-

Misure prese nel Castello.

Num. 26. Dalla Colonna esteriore all'albero di vo-	
to, soldi - - - - -	10. ^{den.} 10.
Groffezza dell' Albero, soldi - - - - -	2. 10.
Groffezza della fune, che si avvolgeva, denari - - -	4.
Circonferenza della puleggia concentrica all' Albe-	
ro, braccia - - - - -	1. 1. 8.
Circonferenza del pernio su cui girava l' Albero,	
soldi - - - - -	2. 4.
Circonferenza della puleggia, che riceveva la fu-	
ne, e sosteneva i pesi che si aggravavano sopra l' Al-	
bero, soldi - - - - -	9. 6.
Circonferenza del pernio di detta puleggia, denari - - -	6.
Il voro tra l' Albero, e la Ventola, di soldi 5. de-	
nari 2. - - - - -	5. 2.
Dalla puleggia nel mezzo fino al pernio superiore,	
soldi 5. denari - - - - -	5. 2.
Altezza di un Bracciolo della Ventola, denari 11,	
ma può farsi di soldo 1, ed altrettante l'altezza del se-	
condo ferro.	
Lunghezza dell' Albero, braccia - - - - -	9. --

*Prima Serie di esperienze fatte col Castello Idraulico,
il dì 19. Genajo 1779.*

Num. 27. Esp. 1. Essendo stato accomodato il Castello, e la Ventola al pelo dell' acqua, fu essa lasciata libera al corso del-
la

la corrente, ed allora fu più volte osservata la sua oscillazione Orizzontale, la quale versava tra il grado 87° e 94° , essendo per altro placido il corso dell'acqua; media $90^{\circ} 30'$.

Esp. II. Fu aggravato il peso di libbre 2, e l'oscillazione versava tra il grado 86° e 92° , media 89° .

Esp. III. Aggiunte altre libbre 2, il peso era di libbre 4, ed allora l'oscillazione era tra il limite di 90° e 85° , media $87^{\circ} 30'$.

Esp. IV. Con altre libbre 2, si fece il peso di libbre 6, col quale il limite dell'oscillazione fu di $82^{\circ} \frac{1}{2}$, ed 85° , media $83^{\circ} 45'$.

Esp. V. Con altre libbre 2, si ottenne il peso di libbre 8, col quale il limite si ridusse tra 81° e 84° , media $82^{\circ} 30'$.

Esp. VI. Col peso di libbre 10, oscillava la Ventola tra gradi 79° ed $83 \frac{1}{2}$, media $81^{\circ} 30'$.

Esp. VII. Col peso di libbre 12, oscillava tra $79^{\circ} \frac{1}{2}$, ed 84° , media $81^{\circ} 45'$.

Esp. VIII. Col peso di libbre 14, oscillava tra 79° , ed $82^{\circ} \frac{1}{2}$, media $80^{\circ} 45'$.

Esp. XI. Col peso di libbre 16, oscillava tra $78^{\circ} \frac{1}{2}$, e $81^{\circ} \frac{1}{2}$, media 80° .

Esp. X. Col peso di libbre 18, oscillava tra 78° ed 81° , media $79^{\circ} 30'$.

Esp. XI. Col peso di libbre 20, oscillava tra 78° ed 80° , media 79° .

Esp. XII. Col peso di libbre 25, oscillava tra 77° e $79^{\circ} \frac{1}{2}$, media $78^{\circ} 22 \frac{1}{2}$.

Esp. XIII. Col peso di libbre 30, oscillava tra $76^{\circ} \frac{1}{2}$, e $74^{\circ} \frac{1}{2}$; media $75^{\circ} 30'$.

F

Esp.

Esp. XIV. Col peso di libbre 35, oscillava tra 71° e 74° , media $72^{\circ} 30'$.

Esp. XV. Col peso di libbre 40, oscillava tra $69^{\circ} \frac{1}{2}$, e 74° , media $71^{\circ} 45'$.

Esp. XVI. Col peso di libbre 50, oscillava tra $69^{\circ} 73'' \frac{1}{2}$, media $71^{\circ} 15'$.

Esp. XVII. Col peso di libbre 60, oscillava tra $65^{\circ} \frac{1}{2}$, e $69^{\circ} \frac{1}{2}$, media $67^{\circ} 37' \frac{1}{2}$.

Esp. XVIII. Col peso di libbre 70, oscillava tra $59^{\circ} \frac{1}{2}$, e 62° , media $60^{\circ} 52' \frac{1}{2}$.

Esp. XIX. Col peso di libbre 80, oscillava tra 59° e $61^{\circ} \frac{1}{2}$, media $60^{\circ} 15'$.

Esp. XX. Col peso di libbre 90, oscillava tra $51^{\circ} \frac{1}{2}$, e 56° , media $53^{\circ} 45'$.

Esp. XXI. Col peso di libbre 100, oscillava tra $44^{\circ} \frac{1}{2}$, e $48^{\circ} \frac{1}{2}$, media $46^{\circ} 30'$.

Essendo stato tolto il peso per fornicare la puleggia, e lasciata così libera la Ventola, essa oscillava tra 89° e 91° , media 90° . Questa oscillazione è minore di prima. Il Grado medio dell'Esperienza I, è di $90^{\circ} \frac{1}{2}$.

Indi assicurata la fune, e la puleggia per i pesi maggiori, furono continuate l'esperienze come segue.

Esp. XXII. Fu rimesso il peso di libbre 100, per osservar di bel nuovo collo stesso peso, e poi continuare, e l'oscillazione versava tra $44^{\circ} \frac{1}{2}$, e 49° , media $46^{\circ} 45'$.

Esp. XXIII. Fu fatto il peso di libbre 110, ed oscillava tra $43^{\circ} \frac{1}{2}$, e $46^{\circ} \frac{1}{2}$, media $45^{\circ} 7' \frac{1}{2}$.

Esp. XXIV. Col peso di libbre 120, oscillava tra $36^{\circ} \frac{1}{2}$, e $41^{\circ} \frac{1}{2}$, media 39° .

Esp.

Esp. XXV. Col peso di libbre 130, oscillava tra 33° e $37^{\circ}\frac{1}{2}$, media $35^{\circ} 7'\frac{1}{2}$.

Esp. XXVI. Col peso di libbre 140, oscillava tra $18^{\circ}\frac{1}{2}$, e $31^{\circ}\frac{1}{2}$, media 30° .

Esp. XXVII. Col peso di libbre 150, oscillava tra $21^{\circ}\frac{1}{2}$, e $34^{\circ}\frac{1}{2}$, media $23^{\circ} 7'\frac{1}{2}$.

Esp. XXVIII. Aspettando un pochino la lancetta, da gradi $21\frac{1}{2}$, riducevasi a 10, e poi 6, e poi a $2\frac{1}{2}$, che è segno, che una piccola forza di più la faceva trapassare i gradi 90. Onde furono levate libbre 10, e si tornò a libbre 140, e con esse l'oscillazione era tra 18° e 21° , media $19^{\circ} 30'$.

Esp. XXIX. Furono aggiunte libbre 2, e così libbre 142, a l'oscillazione era tra $17^{\circ}\frac{1}{2}$, e 20° , media $18^{\circ} 30'$.

Esp. XXX. Con libbre 144, oscillava tra 10° e 16° , media 13° .

Esp. XXXI. Con libbre 146, oscillava tra $8^{\circ}\frac{1}{2}$, e $12^{\circ}\frac{1}{2}$, media $10^{\circ} 30'$.

Esp. XXXII. Con libbre 148, oscillava tra $5^{\circ}\frac{1}{2}$, e $10\frac{1}{2}$, media $7^{\circ} 52'\frac{1}{2}$.

Esp. XXXIII. Con libbre 150, oscillava tra 5° e $6^{\circ}\frac{1}{2}$, media $5^{\circ} 45'$.

Esp. XXXIV. Con libbre 151, oscillava tra 4° e 6° , media 5° .

Esp. XXXV. Con libbre 152, era arrivata a 0, e passava di un mezzo grado.

Fu avvertito, che il pelo dell'acqua dalle ore 11 alle ore 3. dopo mezzogiorno, era lo stesso ad un paletto ivi collocato.

Esperienze de' Galleggianti.

Num. 18. Fatte le osservazioni degli angoli colla Ventola, fu misurata la velocità superficiale col mezzo de' Galleggianti, e così furono fatte le seguenti esperienze.

Esp. I. Nel tempo di 80". il Galleggiante scorre canue 18, cioè braccia 90. Ma la presente esperienza è alquanto dubbiosa.

Esp. II. Nel tempo di 68". il Galleggiante scorre le stesse braccia 90.

Esp. III. Nel tempo di 70". passò il Galleggiante.

Esp. IV. Nel tempo di 66". passò il Galleggiante, la media farà di 68". Ma più giusta prossimamente si potrà fare di 70".

Seconda Serie di esperienze fatte il dì 20. Gennaio 1779.
per riconfrontare la prima Serie con diverso numero,
e ripartimento di pesi.

Num. 29. Per ritrovare la verità in diverse maniere è stato pensato di fare una seconda Serie di osservazioni intorno al rapporto de' pesi, e degli angoli di obliquità, co' quali il fluido percuote un dato ostacolo. Nella prima Serie non potendosi indovinare, qual fosse il peso totale equivalente all'impressione perpendicolare del fluido sopra la data superficie, sono stati aggravati i pesi senza alcuna legge regolare, badando solo di cominciare, e di finire con piccoli aumenti di peso, per render più sensibili i primi, ed ultimi angoli di obliquità. Ma riconoscendosi ora dalla prima Serie, che il peso totale della

la

la forza del Fiume sulla superficie rettangola della ventola si accosta a libbre 150, ho creduto proprio di formare una serie di pesi, ciascuno di libbre dieci sino alle libbre centotrenta, per poi diminuire i detti pesi sino alle libbre 150, dove sarà il zero dell'inclinazione. Benchè sia stato un azzardo, che detto peso totale sia di libbre 150, pure esso sarà assai comodo per paragonare i detti pesi a seni degli angoli orizzontali, e per decidere con indubitate esperienze, se le impressioni, o forze vive del fluido sieguano la ragion semplice, ovvero la ragion duplicata de' seni de' diversi angoli di obliquità, co' quali il fluido percuote una costante superficie verticale, diversamente disposta rispetto alla linea del fluido. Le osservazioni dunque di questa Serie faran le seguenti.

Sperienze del dì 20. Gemajo.

Num. 30. Esp. I. Fu osservato il peso dell'acqua al paletto stabilito sulla riva d'Arno, per vedere, se l'acqua dal dì 19. al 20. fosse scemata, o cresciuta. E' stato trovato, che il Fiume era calato soldi 2. di braccio. Fu lasciata libera la Ventola alla corrente dell'acqua, in tal modo, che essa era precisamente sommersa senza sporgere fuori dell'acqua, e l'oscillazione versava tra 86.^o e 94.^o

Passavano i Ghiacci galleggianti, che venivano dal Padule di Fucecchio, ma questi per sorte passavano dietro al Castello sotto il Ponte già stabilito, e non urtavano punto nè la Ventola, nè il Castello.

Esp. II. Futono cominciati i pesi con aggravare sole libbre 10. addosso alla puleggia della Ventola, e l'oscillazione era tra 78.^o $\frac{1}{2}$ e 85.^o, media 81.^o 45'.

Esp. III. Con altre libbre 10, fu fatto il carico di libbre 20, ed allora l'oscillazione era racchiusa tra 69° e 77° , media 73° .

Esp. IV. Col peso di libbre 30, oscillava tra 69° e 74° , media $71^{\circ} 30'$.

Esp. V. Col peso di libbre 40, oscillava tra 64° e 70° , media 67° .

Esp. VI. Col peso di libbre 50, oscillava tra 59° e $64^{\circ} \frac{1}{2}$, media $61^{\circ} 52' \frac{1}{2}$.

Esp. VII. Col peso di libbre 60, versava tra 56° e $60^{\circ} \frac{1}{2}$, media $58^{\circ} 22' \frac{1}{2}$.

Esp. VIII. Aggravato con libbre 70, era tra $50^{\circ} \frac{1}{2}$, e 55° , media $52^{\circ} 15'$.

Esp. IX. Con libbre 80, oscillava tra $46^{\circ} \frac{1}{2}$, e 49° , media $47^{\circ} 37' \frac{1}{2}$.

Esp. X. Con libbre 90, oscillava tra 38° e 43° , media $40^{\circ} \frac{1}{2}$.

Esp. XI. Con libbre 100, oscillava tra $31^{\circ} \frac{1}{2}$, e 35° , media $33^{\circ} 15'$.

Esp. XII. Si è cominciato ad aggiungere pesi minori, cioè di libbre 1, per poter meglio assicurare il peso totale. Il peso di questa esperienza era di libbre 101, ed in tal peso l'oscillazione era tra $31^{\circ} \frac{1}{2}$, e 33° , media $32^{\circ} 15'$.

Esp. XIII. Col peso di libbre 104, oscillava tra 29° e 31° , media $30^{\circ} 30'$.

Esp. XIV. Col peso di libbre 106, era tra 26° e 29° , media $27^{\circ} 30'$.

Esp. XV. Con libbre 108, oscillava tra $25^{\circ} \frac{1}{2}$, e $28^{\circ} \frac{1}{2}$, media 27° .

Esp. XVI. Con libbre 110, oscillava tra 24° e $26^{\circ} \frac{1}{2}$, media $25^{\circ} 15'$.

Esp.

Esp. XVII. Con libbre 112, era tra $21^{\circ} \frac{1}{2}$, e 24° , media $22^{\circ} 45'$.

Esp. XVIII. Con libbre 114, oscillava tra $16^{\circ} \frac{1}{2}$, e 19° , media $17^{\circ} 45'$.

Esp. XIX. Con libbre 116, era tra $13^{\circ} \frac{1}{2}$, e $16^{\circ} \frac{1}{2}$, media 15° .

Esp. XX. Con libbre 118, era tra $11^{\circ} 15'$, media $13^{\circ} 30'$.

In questo mentre si è osservato, che la corrente cresceva, e che ciò proveniva dalla rottura del ghiaccio della Gusciana, che prima era ferrata da parte a parte. Onde è convenuto fare un'altra serie di esperienze, tenendo la presente serie come soggetta a qualche dubbio. E realmente era troppo diminuito il peso d'oggi da quello di jeri agli stessi gradi.

*Terza Serie di esperienze nella stessa mattina del dì 20.
colla Gusciana liberamente corrente.*

Num 31. Esp. I. Lasciando libera la Ventola senza alcun peso, essa oscillava tra 86° e 92° media 89° . Questa è differente dalla seconda Serie, per la prevalenza della corrente della Gusciana, sciolto il suo ghiaccio. In fatti al paletto era cresciuta l'altezza di un quattrino, e più, quasi 2.

Esp. II. Furono aggravate libbre 10, ed oscillava tra 80° e 84° , media 82° .

Esp. III. Con libbre 20, di peso, oscillava tra 74° e 78° , media 76° .

Esp. IV. Con libbre 30, oscillava tra 69° e $74^{\circ} \frac{1}{2}$, media $71^{\circ} 45'$.

Esp. V. Con libbre 40, oscillava tra 64° e 68° , media 66° .

Esp.

Esp. VI. Con libbre 50, oscillava la Ventola tra 62° e $65^{\circ} \frac{1}{2}$, media $63^{\circ} 45'$.

Esp. VII. Con libbre 60, oscillava tra 59° e $62^{\circ} \frac{1}{2}$, media $60^{\circ} 45'$.

Esp. VIII. Con libbre 70, oscillava tra 51° e 57° , media 54° .

Esp. IX. Con libbre 80, oscillava tra 46° e $49^{\circ} \frac{1}{2}$, media $47^{\circ} 45'$.

Esp. X. Con libbre 90, oscillava tra $40^{\circ} \frac{1}{2}$ e 48° , media $44^{\circ} 15'$.

Esp. XI. Con libbre 100, oscillava tra 30° e $34^{\circ} \frac{1}{2}$, media $32^{\circ} 22' \frac{1}{2}$.

Esp. XII. Con libbre 110, oscillava tra 24° e 27° , media $25^{\circ} 30'$.

Esp. XIII. Con libbre 120, oscillava tra $11^{\circ} \frac{1}{2}$ e 18° , media $14^{\circ} 45'$.

Esp. XIV. Si comincia ad aggravar meno i pesi, e così colla giunta di libbre 1, era il peso 121, e oscillava tra $10^{\circ} \frac{1}{2}$, e $12^{\circ} \frac{1}{2}$, media $11^{\circ} 30'$.

Esp. XV. Col peso di libbre 124, oscillava tra 91° e $100^{\circ} \frac{1}{2}$, media 95° .

Esp. XVI. Col peso di libbre 126, oscillava tra 0° , e 3. dalla parte contraria. Aggiuntavi una sola libbra, l'indice usciva dal quadrante. Onde il peso totale in questa serie può sicuramente valutarfi di libbre 126, senza poter temere di una libbra di divario. Anzi neppure di una mezza libbra, giacchè tolta la libbra, ed aggiunte sole once 6, usciva l'indice dal quadrante.

Il peso dell'acqua restò sempre costante in questa serie, ed in essa fu usata una gran diligenza, per avere il limite delle oscillazioni.

E' mi-

E' mirabile, che nella Serie di jeri, essendo l'acqua più alta di soldi $1\frac{1}{2}$, il peso totale fu di libbre circa 150. In questa terza Serie collo sbassamento di detto soldo $1\frac{1}{2}$, diminuì fino a libbre 126. E nella seconda Serie, benchè non ben compita, pure si vede del divario paragonandola alla prima, ed alla terza. Nella seconda il livello del Fiume era più basso di soldi 2, e nella terza di 4, rispetto al dì 19. Va ben rilevato, che per sì piccole differenze di altezza, i pesi siano così differenti.

*Quarta Serie di esperienze, per dedurre le velocità
a diversi Strati inferiori del fluido.*

Num. 32. Esp. I. Fu aggravato il peso di libbre 40, e fu osservato l'indice, che oscillava tra gradi $54\frac{1}{2}$, e 59 , stando la Ventola alla superficie dell'acqua, ed immersa per i suoi soldi $6\frac{1}{2}$.

Esp. II. Fu abbassata la Ventola sotto l'acqua soldi $6\frac{1}{2}$, ed allora l'indice oscillava tra 54° e 58° , media 56° .

Esp. III. Fu abbassata la Ventola altri soldi $6\frac{1}{2}$, ed il limite delle oscillazioni era tra 57° e 62° , media $59^{\circ} 30'$.

Esp. IV. Fu abbassata la Ventola altri soldi $6\frac{1}{2}$, e l'indice oscillava tra 59° e 63° , media 61° .

Esp. V. Coll'abbassamento di altri soldi $6\frac{1}{2}$, l'oscillazione fu osservata tra 62° e 65° , media $63^{\circ} 30'$.

Esp. VI. Tenendo sempre costante lo stesso peso fu abbassata la Ventola altri soldi $6\frac{1}{2}$, ed oscillava tra 64° , e $67^{\circ} 30'$, media $65^{\circ} 45'$.

Esp. VII. Con altro sbassamento di soldi $6\frac{1}{2}$, l'indice oscillava tra 65° e 69° , media 67° .

G

Esp.

Esp. VIII. Fu fatto un altro sbaſſamento della Ventola della ſteſſa miſura , e l'oſcillazione era tra 61° e 65° , media 63° .

Esp. IX. Con un altro ſbaſſamento di ſoldi $6\frac{1}{2}$, l'indice oſcillava tra $61^{\circ}\frac{1}{2}$, e 64° , media $62^{\circ}\ 45'$.

Esp. X. Con altro ſimile abbaffamento della Ventola, oſcillava l'indice tra $59^{\circ}\frac{1}{2}$, e $62^{\circ}\frac{1}{2}$, media 61° .

Esp. XI. Con altro abbaffamento di ſoldi $6\frac{1}{2}$, oſcillava tra 56° e 61° , media $58^{\circ}\ 45'$.

Esp. XII. Con un altro abbaffamento ſimile, oſcillava tra $55^{\circ}\frac{1}{2}$, e 61° , media $58^{\circ}\ 15'$.

Esp. XIII. Con altro abbaffamento, oſcillava tra $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e 59° , media $56^{\circ}\ 45'$.

Finqui ſi potè abbaffare la Ventola, ma eſſa reſtava diſcoſta dal fondo del Fiume più di un braccio.

Rilevaſi da tale ſperienza, che la velocità della ſuperficie, e quella di un braccio dal fondo, ſia quaſi uguale, e nel mezzo ſia minore, ma non di molto, ma convien procurare, che ſi giunga al fondo.

Miſure della velocità ſuperficiale col Galleggiante.

Num. 33. La diſtanza fu come jeri di braccia 90.

Il Galleggiante paſſò al primo truſſardo a - - - $54''$.

Paſſò al ſecondo truſſardo a - - - $120''$.

Impiegò nel viaggio - - - $76''$.

Secon-

Seconda misura.

Il Galleggiante passò la prima linea a - - - 27'. 28".

Alla seconda - - - - - 28'. 44".

Differenza - - - - - 1'. 16",

cioè 76". come prima.

*Quinta Serie di esperienze fatte per dedurre il peso totale,
ed il peso, che compete all'obliquità di gradi 45.*

Nam. 34. La mattina del dì 21. Genajo era più tranquilla di tutte le altre giornate con Sole chiarissimo, con freddo quasi uguale agli altri giorni, e senza alcun vento, che potesse mai turbare le impressioni del fluido contro la superficie della Ventoia. Queste favorevoli circostanze m'invitarono a fare la presente classe di esperienze, nella quale senza ricercare gli altri angoli, e pesi, cioè quello, che compete all'angolo retto corrispondente alla forza perpendicolare del fluido, e quello, che esigea l'angolo semiretto, affinchè il peso si equilibrasse su tal angolo colla forza del fluido. Questi due soli pesi, ed angoli con evidenza decidono la questione Idraulica, intorno alle impressioni del fluido su diversi angoli di obliquità. Poichè, come ognun sa, quando le forze crescessero in ragion duplicata de seni delle obliquità, allora i pesi esser dovrebbero come il quadrato di 100, al quadrato di 71, cioè prossimamente, come 2. a 1. Quando però la natura seguisse non già i quadrati de seni, ma la ragion semplice de' medesimi, allora il peso sotto l'angolo retto, al peso sotto l'angolo

G 2

semi-

semiretto, starebbe come i semplici due numeri 100, e 71. Il divario de' primi pesi a secondi è molto notabile, e perciò si deve subito riconoscere qual sia la vera legge della natura. Per questo genere di esperienze ho procurato in primo luogo, che l'indice de' gradi avesse la metà dell'oscillazione sopra i gradi 90, facendolo talmente girare, che a tal punto colla maggiore esattezza corrisponda.

Ho procurato in secondo luogo, che il peso totale sotto l'angolo retto sia determinato con ogni maggior diligenza, aggiugnendo piccoli pesi verso il punto del zero, che è quello di tutto l'angolo retto.

Ottenuto tal peso totale, ho fatto aggravare la sporta de' pesi con un peso tale, che sia proporzionale a due seni 100, e 71, facendo al solito l'analogia, come il 100 : 71, così il peso totale trovato, al quarto termine di ragione. E' manifesto, che sotto la legge della semplice ragione de' seni, l'indice deve battere prossimamente a gradi 45, e qualche accidental divario non dee nulla nuocere al risultato.

Poi togliendo un tal peso, ho fatto aggiugnere soltanto la metà del peso totale, per esplorare, se con tal circostanza batte a gradi 45, oppure se ne allontana, e quanto sia il suo discostamento. Con tale idea sono state fatte l'esperienze seguenti.

Esperienza I.

Num. 35. Al paletto delle misure era il pelo dell'acqua soldi 2, sotto la tacca, come jeri mattina al principio delle misure.

Si è procurato girando l'indice di collocarlo in modo, che la semioscillazione battesse a gradi 90, ma essendo ciò mol-

to difficile, si ottenne, che l'oscillazione versasse tra gradi 86, e $93\frac{1}{2}$. Onde il divario dal mezzo farà di soli 15. minuti.

Aggravando poi libbre 100, l'indice era in circa 84° .

Con altre libbre 5, l'indice era tra 32° e 33° , media $32^{\circ}\frac{1}{2}$.

Con altre libbre 10, era tra $18^{\circ}\frac{1}{2}$, e 20° , media $19^{\circ}\frac{1}{2}$.

Con libbre 2, di più era $13^{\circ}\frac{1}{2}$, e 17° , media $15^{\circ}\frac{1}{2}$.

Con altre libbre 2, era tra 5° e $\frac{1}{4}$, media $2^{\circ}\frac{3}{4}$.

Con altra libbra 1, la lancetta scappava dal quadrante. Onde il peso totale è stato di libbre 120.

Esperienza II.

Furono aggravate sole libbre 60, cioè la metà del peso totale, ed allora le oscillazioni furono.

La prima oscillazione tra $58^{\circ}\frac{1}{2}$, e 62° , media $60^{\circ}\frac{1}{2}$.

La seconda tra $58^{\circ}\frac{1}{2}$, e 61° , media $59^{\circ}\frac{1}{2}$.

La terza tra $59^{\circ}\frac{1}{2}$, e $62^{\circ}\frac{1}{4}$, media $60^{\circ}\frac{3}{4}$. Onde troppo siamo lontani da gradi 45.

Esperienza III.

Facendo l'analogia come $1000 : 707 = 120$ al quarto, questo si trova di libbre 84. 84. cent, le quali furono collocate sul Portapesi. Ed allora fu

L'oscillazione I. tra 40° , e $48^{\circ}\frac{1}{2}$, media $48^{\circ}\frac{1}{2}$.

La II. tra $46^{\circ}\frac{1}{2}$, e 50° , media $48^{\circ}\frac{1}{2}$.

La III. tra $48^{\circ}\frac{1}{2}$, e 52° , media $50^{\circ}\frac{1}{2}$.

Da tali oscillazioni rilevasi, che l'angolo è alquanto maggiore di 45° . Onde fu ripigliato il peso totale come appresso.

Esperienza IV.

Per ottenere il peso totale, furono collocate libbre 120, e l'oscillazione era tra $32^{\circ}\frac{1}{2}$, e $33^{\circ}\frac{1}{2}$. L'acqua era cresciuta quasi denari sei.

Con

Con altre libbre 5, si ridosse l'indice a 16.*

Con altre libbre 1, l'indice usciva dal quadrante ma lentamente. Onde potremo aggiugnere almeno libbre 1., e faranno libbre 128. per il peso totale.

Esperienza V.

Furono aggravate libbre 64, cioè la metà del peso totale, e l'indice

Per l'oscillazione I. era tra 56° , e 59° , media $57^{\circ} \frac{1}{2}$.

Per l'oscillazione II. tra 55° , e $57^{\circ} \frac{1}{2}$, media $56^{\circ} \frac{1}{4}$.

Per l'oscillazione III. tra $58^{\circ} \frac{1}{2}$, e 62° , media $60^{\circ} \frac{1}{2}$.

Onde siamo ancora in questa esperienza troppo lontani da gradi 45.

Esperienza VI.

Furono collocate libbre 91, che è la quarta proporzionale, come sopra rispetto alle libbre 128. Ed allora fu

L'oscillazione I. tra 46° e $49^{\circ} \frac{1}{2}$, media $47^{\circ} \frac{1}{2}$.

L'oscillazione II. tra $45^{\circ} \frac{1}{2}$, e $49^{\circ} \frac{1}{2}$, media $47^{\circ} 37' \frac{1}{2}$.

L'oscillazione III. tra $47^{\circ} \frac{1}{2}$, e $48^{\circ} \frac{1}{2}$, media 48° o.

Il pelo dell'acqua non era punto cresciuto.

Compite queste sperienze mi sovvenne, che in vece delle medie oscillazioni era più giusto di computare le minime oscillazioni, giacchè alla minima oscillazione si pigliava il peso totale, il quale non poteva regularsi coll'oscillazione media, perchè a tal media usciva l'indice dal quadrante. Onde pigliando tal limite minimo delle oscillazioni, il grado colla metà del peso tornerà a gradi 56, e col peso di libbre 91. che è la parte $\frac{100}{128}$ del totale, tornerà a gradi $45 \frac{1}{2}$, ovvero 46, che si approssima assai alla Teoria delle forze in region semplice de' seni di obliquità.

Se.

*Seſta Serie di eſperienze, per le diverſe immerſioni
della Ventola.*

Num. 36. Eſp. I. Avendo collocata la Ventola al pelo dell' acqua, ed aggravata di libbre 64, l'indice oſcillava tra $58^{\circ} \frac{1}{2}$, e 61° , media $59^{\circ} 45'$.

Eſp. II. Fu abbaffata la Ventola di foldi $6 \frac{1}{4}$, ed allora l'oſcillazione era tra $56^{\circ} \frac{1}{2}$, e $58^{\circ} \frac{1}{2}$, media $52^{\circ} 30'$.

Eſp. III. Collo ſbaffamento di altri foldi $6 \frac{1}{2}$, era tra 57° e $59^{\circ} \frac{1}{4}$, media $52^{\circ} 7' \frac{1}{2}$.

Eſp. IV. Con altro ſbaffamento, verſava tra 59° e 62° , media $60^{\circ} \frac{1}{2}$.

Eſp. V. Con altro ſbaffamento, verſava tra $60^{\circ} \frac{1}{4}$, e 63° , media $61^{\circ} 37' \frac{1}{2}$.

Eſp. VI. Con altro ſbaffamento, era tra $57^{\circ} \frac{1}{2}$, e 60° , media $52^{\circ} 45'$.

Eſp. VII. Con altro ſbaffamento, verſava tra 56° e 59° , media $57^{\circ} 30'$.

Eſp. VIII. Con altro ſbaffamento, era tra 55° e 58° , media $56^{\circ} 30'$.

Eſp. IX. Con altro ſbaffamento, oſcillava tra 54° e 56° , media 55° .

Eſp. X. Con altro ſbaffamento, era tra $54^{\circ} \frac{1}{2}$, e 56° , media $55^{\circ} 15'$.

Eſp. XI. Con altro ſbaffamento, era tra 49° e 51° , media 50° .

Eſp. XII. Con altro ſbaffamento, era tra 51° e 53° , media 52° .

Finquà l'eſperienze

Poi

Poi fu misurata la profondità dell'acqua sino alla linea superiore della Ventola, che si trovò di braccia 3. 13. 4, ed aggiungendovi la sua altezza di soldi $11\frac{1}{2}$, farà braccia quattro soldi 5. e danari 10, cioè quasi soldi 6.

In 12 sbassamenti, sono soldi 75, e colla giunta della metà della Ventola sono soldi $81\frac{1}{2}$.

Si avverta, che i nodi, colla forza, che si faceva erano l'uno dall'altro distanti soldi $6\frac{3}{4}$, e non già soldi $6\frac{1}{2}$.

Misurata la profondità al fondo, essa era di braccia $5\frac{1}{2}$, da cui detrando braccia 4. soldi 6, restava la Ventola alta sopra il fondo braccia 1. soldi 4, e lo stesso era il giorno di jeri.

Avvertasi, che ne' tre giorni dell'esperienze, le acque del Fiume erano chiarissime, e perciò di piccola tenacità.

Spirava un vento leggiero di Tramontana.

Sperienze de' Galleggianti.

<i>Num. 37. Sper. I. Primo passaggio al traguardo superiore in - - - - -</i>		33'. 12''
Secondo passaggio - - - - -		34'. 34''
Tempo del passaggio - - - - -		<u>1'. 22''</u>
<i>Sperienza II. Primo passaggio - - - - -</i>		39'. 7''
Secondo passaggio - - - - -		40'. 37''
Tempo del passaggio - - - - -		<u>1'. 20''</u>
<i>Sperienza III. Primo passaggio - - - - -</i>		43'. 41''
Secondo passaggio - - - - -		45'. 2''
Tempo del passaggio - - - - -		<u>1'. 21''</u>

Si avverte, che l'esperienza seconda sarà più prossima al giusto, perchè il Galleggiante passò vicino al Castello, e si tenne nel mezzo.

Eslen-

Essendo stato smontato l'Albero della Ventola, per trovar la cagione del minore sbaſſamento di eſſa, fu rinvenuto, che il legname ſtagionato dell'Albero era coſì rigonfiato coll'inzuppamento dell'acqua, che il quadro del Bracciolo non poteva più diſcendere, ed eſſendo ſtato miſurato quanto mancavaſe per giugnere al fondo, fu ritrovato appunto, che mancavano braccio 1. ſoldi 4, come ſi era dedotto dalla miſura ſotto l'acqua. Onde è convenuto rimediare ſlargando un tantino il quadro del Bracciolo, aſſinchè nelle ſeguenti ſperienze poſſa arrivare alla profondità di braccio 5. e più, che è quella, che molto importa, per riconoſcer le velocità del Fiume proſſime al ſuo fondo.

Settima Serie di esperienze; per rilevare le velocità degli Strati ſino alla maggior profondità di braccio 5. e più.

Num. 32. Ridotto l'albero, ed i due quadri del bracciuolo in tal modo, che poteſſe la Ventola Idraulica diſcendere quaſi ſino al fondo dell'Arno, furono intrapreſe le ſperienze, per copoſcer tutta la ſcala della ſuperficie ſino al fondo, per riconoſcer ſe vi è qualche punto della maſſima velocità, e dove eſſo ſia.

Lo ſpirare, che faceva leggermente la Tramontana dalle copioſe nevi cadute ſugli Appennini, doveva qualche poco alterare la velocità della ſuperficie, e degli Strati ad eſſa contrari, che dovevano riſentire il moto del ſuperficiale ondeggiamento. Onde fu procurata una giornata di calma maggiore, per togliere il ſoſpetto delle eſtranee alterazioni del vento, e per concludere la vera ſcala delle velocità, cagionata da ſoli mo-

ti delle acque. Questi stessi troppo son composti nelle loro circostanze. In una corrente di Fiume ha luogo una parte delle superiori cadute. Insuisciono le tante percosse, e ripercosse, che esso ha sofferte dal lungo viaggio, ora di 60, ora di 100, ora di più centinaia di miglia. Opera pur la natural gravità del fluido dalla superficie suo al suo fondo. Ad essa però resiste la tenacità de' diversi Strati del fluido. Resiste la scabrosità delle ripe, e del fondo. Accresce la velocità il declive del Fiume ora maggiore, ora minore. Il nostro Arno corre in ghiaja quasi fino ad Empoli, e la sua declività in tal tronco è più considerabile. Poi dimiouisce da Empoli fino all'Era, e sempre più dall'Era suo a Pisa, e fino al Mare. Il complesso di tante cagioni, parte favorevoli, e parte contrarie alle velocità, opera nel Fiume dalla superficie fino al fondo. Il risultato di tutte queste azioni, e di tutte queste resistenze ci presenta la scala delle attuali velocità.

Qual meraviglia adunque, che essendo stati finora limitati gli studj degl'Idraulici, o al Triangolo, o alla Parabola Apolloniana, per attendere dalle loro semiordinate le velocità degli Strati inferiori, la natura, che diversamente compone, ed estingue le velocità inferiori, siasi mostrata tanto ritrosa alle loro ricerche? Altro non restava, che misurare con qualche artificio l'attuale scala delle sue velocità, per vedere, se vi è legge alcuna costante, e se al contrario tal legge sia variabile secondo le diverse influenze de' principj, che concorrono alle velocità, e degli altri, che tendono ad estinguerle.

Tale essendo l'oggetto delle nuove mie sperienze, passerò alla settima Serie delle medesime.

Adi

Add 22. Gennaio 1779.

Num. 39. Esp. I. Fu misurato il pelo dell'acqua al Capofaldo del palo, e fu trovato sotto il segno del primo giorno, soldi 1. 8. denari, cioè quasi come jeri mattina. Lasciando libera la Ventola alla corrente, essa oscillava tra 59° e 54° . Vi era un venticello assai leggero di Tramontana, che appena faceva piegare una carta gettata in aria.

Esp. II. Fu aggravato il peso di libbre 60, ed allora la Ventola oscillava la prima volta tra

La seconda volta tra

media gradi

media della
totale
51. 30.

Esp. III. Fu abbassata la Ventola di soldi $6\frac{1}{2}$, ed allora la prima oscillazione fu tra

La seconda tra

media tra gradi

50. 52.

Esp. IV. Con altro sbassamento la prima oscillazione della Ventola batteva tra

La seconda oscillazione tra

media tra gradi

51. 22.

Esp. V. Fatto un nuovo sbassamento la prima oscillazione era tra

Seconda oscillazione

media tra gradi

49. 52.

H 2

Esp.

Esp. VI. Fatto altro sbaſſamento ſimile di ſoldi $6\frac{1}{2}$, la prima oſcillazione fu tra 45° , e $47^{\circ}\frac{1}{2}$

La ſeconda tra $44^{\circ}\frac{1}{2}$, e 46°

media tra gradi $44\frac{1}{2}$, e $46\frac{1}{2}$) 45. 45.

Esp. VII. Con altro ſimile abbaſſamento la prima oſcillazione fu tra 43° , e $44^{\circ}\frac{1}{2}$

La ſeconda tra $42^{\circ}\frac{1}{2}$, e 45°

media tra gradi $42\frac{1}{2}$, e $44\frac{1}{2}$) 43. 52.

Esp. VIII. Facendo un nuovo, e ſimile ſbaſſamento, la prima oſcillazione fu tra 43° , e 44°

La ſeconda tra 43° , e 45°

media tra gradi 43 , e $44\frac{1}{2}$) 43. 15.

Esp. IX. Fu fatto altro ſimile ſbaſſamento, ed allora la prima oſcillazione ſegui tra $40^{\circ}\frac{1}{2}$, e $43\frac{1}{2}$

La ſeconda tra 41° , e 44°

media tra gradi $40\frac{1}{2}$, e $43\frac{1}{2}$) 42. 18.

Esp. X. Fu fatto nuovo ſbaſſamento, e la prima oſcillazione era tra $37^{\circ}\frac{1}{2}$, e $39^{\circ}\frac{1}{2}$

La ſeconda tra $36^{\circ}\frac{1}{2}$, e $38^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi $36\frac{1}{2}$, e $39\frac{1}{2}$) 37. 52.

Esp. XI. Con altro ſbaſſamento, la prima oſcillazione fu tra 34° , e $36^{\circ}\frac{1}{2}$

La ſeconda tra 34° , e 36°

media tra gradi 34 , e $36\frac{1}{2}$) 35. 7.

Esp.

Esp. XII. Fu continuata la sommersione della Ventola con altri foldi $6\frac{1}{2}$, e la prima oscillazione

fu tra - - - - - 33° , e $35^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - 32° , e $34^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $32\frac{1}{2}$, e $34\frac{1}{2}$) 33° , 33°

Esp. XIII. Con altra simile sommersione, la prima oscillazione batteva tra - - - - - $30^{\circ}\frac{1}{2}$, e 32°

La seconda tra - - - - - 32° , e 33°

media tra gradi - $31\frac{1}{2}$, e $32\frac{1}{2}$) 31° , 40°

Esp. XIV. Fatto un altro sbassamento, la prima oscillazione versava tra - - - - - 26° , e 28°

La seconda tra - - - - - 24° , e 26°

media tra gradi - 25 , e 27) 26 , 00

Esp. XV. Con altro sbassamento la prima oscillazione batteva tra - - - - - 19° , e 21°

La seconda tra - - - - - 18° , e 22°

media tra gradi - $18\frac{1}{2}$, e $21\frac{1}{2}$) 20 , 00

Esp. XVI. Fu fatto altro sbassamento, e la prima oscillazione batteva tra - - - - - 20° , e 25°

La seconda tra - - - - - 10° , e 16°

media tra gradi - 15 , e $20\frac{1}{2}$) 17 , 45

Esp. XVII. Fu fatto altro sbassamento, ed allora la lancetta della Ventola usciva dal Quadrante, ma già la Ventola era al fondo, e così abbiamo 15. sbassamenti, cioè foldi - $94 =$

A quali aggiungasi la Ventola di - - - - - $12\frac{1}{2}$

Sarebbe la profondità di foldi - - - - - $106\frac{1}{2}$

Essendo finita la presente Serie, e riscontrato l'indice, si è trovato, che esso era girato nel tempo delle misure, e perciò la Serie sarà dubbiosa. Pare per altro, che l'alterazione della Lancetta sia accaduta all'ultimo, ma ciò sarà riscontrato in altre esperienze.

Ottava Serie di esperienze.

Num. 40. Esp. I. Essendo stato ben fermato l'indice, oscillava tra 89° e 94° .

Esp. II. Indi fu aggravato il peso di libbre 40, ed allora l'oscillazione era tra - - - 67° , e 72° .

Per la seconda volta tra - - $66^{\circ}\frac{1}{2}$, e $69^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $66\frac{1}{2}$, e $71\frac{1}{2}$) $68. 56.$ media

Esp. III. Fu abbassata la Ventola di soldi $6\frac{1}{2}$, e fu la prima oscillazione tra - - - 69° , e $70^{\circ}\frac{1}{2}$.

La seconda tra - - - 67° , e 70°

media tra gradi - 68 , e $70\frac{1}{2}$) $69. 7.$

Esp. IV. Con altro sbaflamento, oscillava la prima volta tra - - - 67° , e 69° .

La seconda volta tra - - $67^{\circ}\frac{1}{2}$, e $69^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $67\frac{1}{2}$, e $69\frac{1}{2}$) $68. 15.$

Esp. V. Con altro sbaflamento, la prima oscillazione era tra - - - 65° , e 69° .

La seconda tra - - - $66^{\circ}\frac{1}{2}$, e $68^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $65\frac{1}{2}$, e $68\frac{1}{2}$) $67. 3.$

Esp.

Esp. VI. Fatto altro sbassamento, la prima oscillazione fu tra - - - - - 63° , e 65°

La seconda tra - - - - - 60° , e $62^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $61\frac{1}{2}$, e $63\frac{1}{2}$) 62. 37.

Esp. VII. Fatto altro sbassamento, la prima volta oscillò tra - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e 64°

La seconda volta tra - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e $61^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $60\frac{1}{2}$, e $63\frac{1}{2}$) 62. 10.

Esp. VIII. Fatto altro simile sbassamento, di soli $6\frac{1}{2}$, la prima oscillazione fu tra - 59° , e $61^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - 60° , e $61^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $59\frac{1}{2}$, e $61\frac{1}{2}$) 60. 30.

Esp. IX. Con nuovo sbassamento, l'oscillazione versava la prima volta tra - - - - - 61° , e 64°

La seconda versava tra - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e 63°

media tra gradi - $60\frac{1}{2}$, e $63\frac{1}{2}$) 62. 7.

Esp. X. Con altro simile sbassamento, la prima oscillazione era tra - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e 63°

La seconda tra - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e $61^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $60\frac{1}{2}$, e $62\frac{1}{2}$) 61. 30.

Esp. XI. Fatto altro sbassamento, la prima oscillazione era tra - - - - - 59° , e $60^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - 57° , e 60°

media tra gradi - 58 , e $60\frac{1}{2}$) 59. 7.

Esp.

Esp. XII. Con un nuovo sbassamento, la prima oscillazione era tra - - - - - $58^{\circ}\frac{1}{2}$, e 60°

La seconda tra - - - - - $58^{\circ}\frac{1}{2}$, e 60°

media tra gradi - - - - - $58\frac{1}{2}$, e 60) 59. 15.

Esp. XIII. Col nuovo sbassamento, versava tra - - - - - $55^{\circ}\frac{1}{2}$, e $57^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - - - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e 58°

media tra gradi - - - - - 55 , e $57\frac{1}{2}$) 56. 22.

Esp. XIV. Con altro sbassamento, la prima oscillazione fu tra - - - - - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e 56°

La seconda tra - - - - - $53^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - - - $53\frac{1}{2}$, e $56\frac{1}{2}$) 55. 3.

Esp. XV. Col nuovo sbassamento, la prima oscillazione era tra - - - - - $53^{\circ}\frac{1}{2}$, e 55°

La seconda tra - - - - - $52^{\circ}\frac{1}{2}$, e 54°

media tra gradi - - - - - $53\frac{1}{2}$, e $54\frac{1}{2}$) 54. 0.

Esp. XVI. Con un altro sbassamento, era la prima oscillazione tra - - - - - 49° , e $51^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - $49^{\circ}\frac{1}{2}$, e $51^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - - - $49\frac{1}{2}$, e $51\frac{1}{2}$) 50. 22.

Esp. XVII. Con altro sbassamento versava la prima oscillazione tra - - - - - 58° , e $42^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - 37° , e 40°

media tra gradi - - - - - $37\frac{1}{2}$, e $41\frac{1}{2}$) 39. 22.

Essendo la profondità de' foldi 106, cioè braccia 5. e foldi 6, fu scandagliato il fondo del Fiume immediatamente sotto l'albero, e fu trovato di braccia 6, e così l'ultima Sperimenta fu fatta a foldi 14, sopra l'Alveo del Fiume.

Non fu misurata la Velocità col Galleggianti, perchè il pelo dell'acqua era lo stesso di ieri, e così non poteva cambiar la Velocità.

Il curioso risultato della settima Serie, che essendo il peso totale di libbre 128, cioè come nel giorno antecedente, sul fondo la forza perpendicolare della Corrente si equilibrava con sole libbre 60, prova, che la Velocità alla superficie, alla velocità prossima al fondo cioè foldi 14, più alta del fondo, stia come la radice del 128 alla radice del 60, giacchè essendo le due forze amendue perpendicolari, la loro azione sarà come il 128:60. Ma tali forze sono come le altezze sopra la Ventola per generare le due velocità, e le radici delle altezze sono come le Velocità; Onde le velocità saranno come le radici delle medesime, cioè come n. 31. centesima a 7. 75.

Rifacendo però la stessa Serie collo stesso peso di libbre 60, meglio ci assicureremo di tali due velocità.

*Nona Serie di esperienze fatte per gli Angoli Orizzontali,
a dì 23. Gennajo.*

Num. 41. Il pelo dell'acqua era alquanto inferiore a foldi 2. Il vento di Tramontana soffiava al solito leggermente in favore della corrente del Fiume.

Esp. 1. Avendo lasciata la Ventola liberamente al corso del fluido, essa per la prima volta oscillò tra - - 89°, e 94°

I

Per

Per la seconda tra	- - - - -	87°, e 92°
Per la terza tra	- - - - -	86° $\frac{1}{2}$, e 92°
Per la quarta tra	- - - - -	87°, e 93°

Tralasciando la prima, le ultime tre si accordano sufficientemente.

Esp. II. Furono aggravate libbre 20, e la prima oscillazione batteva tra	- - - - -	71° $\frac{1}{2}$, e 74°
La seconda tra	- - - - -	70°, e 74° $\frac{1}{2}$
media tra gradi	- - -	70° $\frac{1}{4}$, e 74° $\frac{1}{4}$

Esp. III. Col peso di libbre 40, oscillò la prima volta tra	- - - - -	63°, e 66°
La seconda tra	- - - - -	64° $\frac{1}{2}$, e 68°
media tra gradi	- - -	63° $\frac{1}{4}$, e 67°

Esp. IV. Fu aggravato il peso di libbre 60, e la prima oscillazione fu tra	- - - - -	56°, e 59°
La seconda tra	- - - - -	55°, e 57° $\frac{1}{2}$
media tra gradi	- - -	55° $\frac{1}{2}$, e 58° $\frac{1}{2}$

Esp. V. Col peso di libbre 80, la prima oscillazione era tra	- - - - -	46° $\frac{1}{2}$, e 49° $\frac{1}{2}$
La seconda tra	- - - - -	47° $\frac{1}{4}$, e 50°
media tra gradi	- - -	47°, e 49° $\frac{1}{2}$

Esp. VI. Essendo prossimi a gradi 45. furono aggiunte sole libbre 5.

E così

E così in tutto libbre 85, e la prima oscillazio-
ne fu tra - - - - - $46^{\circ}\frac{1}{2}$, e 49°
La seconda tra - - - - - 44° , e 47°
media tra gradi - - - $45\frac{1}{4}$, e 48

Esp. VII. Furono aggiunte altre libbre 5, e così
tutto il peso era di libbre 90, col quale la prima
oscillazione fu tra - - - - - 44° , e 46°
La seconda tra - - - - - $44^{\circ}\frac{1}{2}$, e 46°
media tra gradi - - - $44\frac{1}{4}$, e 46

Esp. VIII. Con altre libbre 5, fu formato il pe-
so di libbre 95, e con esso la prima oscillazione bar-
teva tra - - - - - 43° , e 45°
La seconda tra - - - - - 42° , e $44^{\circ}\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - $42\frac{1}{2}$, e $44\frac{1}{4}$

Esp. IX. Con libbre 100, oscillava la prima vol-
ta tra - - - - - 40° , e $42^{\circ}\frac{1}{2}$
La seconda volta tra - - - - - 41° , e 43°
media tra gradi - - - $40\frac{1}{2}$, e $42\frac{1}{4}$

Esp. X. Con libbre 110, la prima oscillazione era
tra - - - - - 39° , e 41°
La seconda tra - - - - - 36° , e $38^{\circ}\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - $37\frac{1}{2}$, e $39\frac{1}{4}$

Esp. XI. Con libbre 112, oscillò la prima volta	
tra	13° $\frac{1}{2}$, e 15°
La seconda tra	
	12° $\frac{1}{2}$, e 14° $\frac{1}{2}$
media tra gradi	
	13, e 14 $\frac{1}{2}$
Esp. XII. Con libbre 114, oscillò prima tra	
	5°, e 6° $\frac{1}{2}$
Poi tra	
	4°, e 7°
media tra gradi	
	4 $\frac{1}{2}$, e 6 $\frac{1}{2}$
Esp. XIII. Con libbre 115, la prima oscillazione	
fu tra	4°, e 6° $\frac{1}{2}$
La seconda tra	
	4° $\frac{1}{2}$, e 5° $\frac{1}{2}$
media tra gradi	
	4 $\frac{1}{2}$, e 6
Esp. XIV. Con libbre 116, si fermava sopra	
	0. - 0
E poi a	
	0. - $\frac{1}{2}$
media	
	0. - $\frac{1}{2}$
Esp. XV. Con libbre 117. era a	
	0. - 0.
E poi l'indice è uscito dal Quadrante.	

Exp. XVI. Con libbre 118, l'indice non si fermava nè oscillava, ma con lento moto progrediva sempre uscendo dal Quadrante.

Onde il peso totale del moto perpendicolare del fluido può valutarli un poco meno di libbre 118. Facendo come 1000 : 727, così 118. al quarto, esso torna di libbre 83. 42. cent. Nell' Esperienza VII., che si accosta a gradi 45, il peso traente era di libbre 90, e così maggiore di 83 $\frac{1}{2}$, di sole libbre 6 $\frac{1}{2}$, che possono attribuirsi alle resistenze del pernio superiore, ed inferiore, ed a quella della puleggia, che volge il moto della funicella dall'orizzontale al verticale.

Così senza ricorrere al limite inferiore delle oscillazioni, colla giunta delle resistenze combina perfettamente colle presenti sperienze la Teoria delle forze proporzionali a' semplici seni degli angoli d'incidenza.

La velocità misurata col Galleggiante si accostava ad 82".

Decima Serie per le forze del fluido a diverse sue profondità.

Num. 41. Per rifare le sperienze di jeri, e togliere ogni minimo scrupolo sulla variazione dell'indice, fu collocato il peso costante di 50, giacchè le libbre 60. erano troppe, essendo alquanto minore la velocità del fluido; perchè era calato circa danari quattro dal giorno di jeri, ed in fatti il peso totale era scemato.

Esp. I. Fu lasciata libera la Lancetta, e la Ventola per esaminare la sua posizione, ed essa oscillava tra

- - - - - 88°, e 91°

Poi oscillava - - - - - 88° $\frac{1}{2}$, e 92°

media tra gradi - 88 $\frac{1}{2}$, e 91 $\frac{1}{2}$

Esp. II. Col peso di libbre 50, oscillò prima

tra - - - - - 59°, e 61°

La seconda volta tra - - - 57° $\frac{1}{2}$, e 61° $\frac{1}{2}$

media, tra gradi - 58 $\frac{1}{2}$, e 61 $\frac{1}{2}$) media 59. 45.

Esp. III. Fu abbassata la Ventola soldi 6 $\frac{1}{2}$, al solito, ed allora fece la prima oscillazione tra

- - - - - 57° $\frac{1}{2}$, e 59° $\frac{1}{2}$

La seconda oscillazione tra - 58°, e 60°

media tra gradi - 57 $\frac{1}{2}$, e 59 $\frac{1}{2}$) 58. 52.

Esp. IV. Fu abbassata altri soldi $6\frac{1}{2}$, e la prima
oscillazione fu tra - - - - - $56^{\circ}\frac{1}{2}$, e $59^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - 56° , e 59°

media tra gradi - $56\frac{1}{2}$, e $59\frac{1}{2}$) 57. 48.

Esp. V. Con altra immersione oscillò la prima
volta tra - - - - - $57^{\circ}\frac{1}{2}$, e $59^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - - - $55^{\circ}\frac{1}{2}$, e $58^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $56\frac{1}{2}$, e $58\frac{1}{2}$) 57. 41.

Esp. VI. Con altra simile immersione oscillò la
prima volta tra - - - - - 54° , e $56^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - - - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $54\frac{3}{4}$, e $56\frac{1}{4}$) 55. 30.

Esp. VII. Fu fatta altra sommersione, e la prima
oscillazione fu tra - - - - - 55° , e $56^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $54\frac{1}{2}$, e $56\frac{1}{2}$) 55. 34.

Esp. VIII. Con simile sbassamento, fu la prima
oscillazione tra - - - - - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e 56°

La seconda tra - - - - - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e $55^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $54\frac{1}{2}$, e $55\frac{1}{2}$) 55. 7.

Esp. IX. Con altra immersione, la prima oscil-
lazione fu tra - - - - - $53^{\circ}\frac{1}{2}$, e $55^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - $55^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $54\frac{1}{2}$, e 56°) 55. 15.

Esp.

Esp. X. Con altra simile immersione, fu la prima oscillazione tra - - - - - $55^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$
 La seconda tra - - - - - $53^{\circ}\frac{1}{2}$, e 55°
 media tra gradi - $54^{\circ}\frac{1}{2}$, e $55^{\circ}\frac{1}{2}$) 55. 7.

Esp. XI. Fu fatta simile immersione, e la prima oscillazione versava tra - - - - - $52^{\circ}\frac{1}{2}$, e $53^{\circ}\frac{1}{2}$
 La seconda versava tra - - - - - $51^{\circ}\frac{1}{2}$, e 53°
 media tra gradi - 52 , e $53^{\circ}\frac{1}{2}$) 52. 37.

Esp. XII. Con altra immersione di soldi $6\frac{1}{2}$, fu la prima oscillazione tra - - - - - $51^{\circ}\frac{1}{2}$, e 53°
 La seconda oscillazione tra - - - - - $52^{\circ}\frac{1}{2}$, e $53^{\circ}\frac{1}{2}$
 media tra gradi - 52 , e $53^{\circ}\frac{1}{2}$) 52. 37.

Esp. XIII. Con simile sbassamento, la prima oscillazione versava tra - - - - - $49^{\circ}\frac{1}{2}$, e $51^{\circ}\frac{1}{2}$
 La seconda oscillazione tra - - - - - 50° , e 51°
 media tra gradi - $49\frac{1}{2}$, e $51\frac{1}{2}$) 50. 30.

Esp. XIV. Con altro sbassamento, fu l'oscillazione prima tra - - - - - 48° , e $49^{\circ}\frac{1}{2}$
 La seconda tra - - - - - 48° , e $49^{\circ}\frac{1}{2}$
 media tra gradi - 48 , e $49\frac{1}{2}$) 48. 45.

Esp. XV. Con altra immersione l'oscillazione prima batteva tra - - - - - 46° , e $47^{\circ}\frac{1}{2}$
 La seconda tra - - - - - $47^{\circ}\frac{1}{2}$, e 48°
 media tra gradi - $46\frac{1}{2}$, e $47\frac{1}{2}$) 47. 15.

Esp.

Esp. XVI. Con altro sbaſamento, la prima oſcillazione fu tra - - - - - $45^{\circ}\frac{1}{2}$, e $47^{\circ}\frac{1}{2}$

La ſeconda tra - - - - - 43° , e 46° =

media tra gradi - $44\frac{1}{2}$, e $46\frac{1}{2}$) 45. 30.

Esp. XVII. Con altra immersione, oſcillò la prima volta tra - - - - - 32° , e 34°

La ſeconda volta tra - - - - - 34° , e 36° =

media tra gradi - 33 , e 35) 34. co.

Esp. XVIII. Con altro sbaſamento, oſcillò tra - - - - - $19^{\circ}\frac{1}{2}$, e 20°

Aſpettando la ſeconda oſcillazione l'indice ſi avanzò, e poi trapoſò tutto il Quadrante, che è ſegno, che le libbre 150, equivalgono alla corrente inferiore perpendicolare alla Ventola.

Reſtando la Ventola ſul ſuo punto inſimo, mi venne in penſiero di eſaminare le forze del fluido a quello ſtrato ſecondo i diverſi angoli orizzontali, e coſì furono fatte le ſequenti ſperienze.

Serie Undecima di ſperienze, per le forze dello Strato inferiore del fluido.

Num. 43. Esp. I. Dalle libbre 50, furono ridotte a 40, ed allora la prima oſcillazione era tra - - - - - 16° , e 24°

La ſeconda oſcillazione tra - - - - - 25° , e 26° =

media tra gradi - - - - - $20\frac{1}{2}$, e 25

Eſp.

Esp. II. Tolte altre libbre 10, cioè col peso di libbre 30. l'Indice si portò tra - - - - -

35°, e 36°

Per la seconda oscillazione tra - - - - -

36°, e 39°

media tra gradi - - - - -

35½, e 37½

Esp. III. Col peso di libbre 20, oscillò tra - - - - -

54°½, e 56°

La seconda volta tra - - - - -

54°½, e 56°

media tra gradi - - - - -

54½, e 56

Esp. IV. Con sole 10 libbre oscillava la prima

volta tra - - - - -

69°, e 70°

La seconda volta tra - - - - -

69°, e 70°

media tra gradi - - - - -

69, e 70

Esp. V. Lasciando libera la Ventola alla sic-

sa profondità, essa cominciò ad oscillare tra - - - - -

89°, e 90°

La seconda volta tra - - - - -

90°, e 91°

media tra gradi - - - - -

89½, e 90½

Esp. VI. Ritirata la Ventola alla superficie del

fluido, per veder la direzione superficiale del Fiume,

essa la prima volta oscillò tra - - - - -

89°, e 90°

La seconda tra - - - - -

88°½, e 91°

media tra gradi - - - - -

88½, e 90½

Segno evidente, che nel posto di queste mie sperienze, la corrente della superficie, e quella della profondità di braccia 5, non era differente sensibilmente, ed il piccol divario nasce dalle oscillazioni.

Compite le predette sperienze, fu misurata l'altezza dell'acqua dal fondo del Fiume presso il Castello, e fu trovata di

K

brac.

braccia $6 \frac{1}{4}$. La profondità fino al centro inferiore dell'albero di braccia $5 \frac{1}{4}$. Onde la linea inferiore della Ventola era soldi 15. elevata dal fondo del Fiume. Tutti gli sballamenti fatti colla funicella possono rettificarsi colla presente misura, giacchè tolti soldi $12 \frac{1}{2}$, altezza della Ventola da soldi 110, resteranno soldi $97 \frac{1}{2}$, che divisi per 16. immersioni, danno per ciascuna soldi $6 \frac{1}{4}$, e questa è la giusta misura degli sballamenti corretti per le variazioni della funicella.

Misura della velocità superficiale de' Galleggianti.

Num. 44. Prima Sperienza. Passaggio al traguardo superiore	58'. 38"
Al traguardo inferiore	69'. 15
Tempo del passaggio	1'. 47"
Seconda Sperienza; passaggio superiore	3. 48
Passaggio inferiore	5. 17
Tempo del passaggio	1'. 29"
Questo è molto più giusto del primo, perchè il Galleggiante passò accanto al Castello.	
Terza Sperienza; passaggio superiore	8. 58
Passaggio inferiore	10. 23
Tempo del passaggio	1'. 25"

Potrà pigliarsi il tempo di mezzo tra la seconda, e terza Esperienza, e sarà di - - - - - 1'. 27"

Si avverta, che al paletto il pelo dell'acqua era un poco più basso di soldi 2. e così la velocità presente deve esser più picciola delle altre antecedenti, come è in fatti, giacchè il viaggio del Galleggiante è stato sempre di braccia 90.

AR-

ARTICOLO VI.

Terza parte delle nuove Sperienze Idrauliche, eseguite in un tronco inferiore del Fiume Arno in un punto, che resta sotto la Cateratta detta del Bufalo, appartenente alla Fattoria di Montecchio.

Num. 45. **A**lla seconda parte delle mie Sperienze Idrauliche farò succeder la terza, per interrogar in più modi la natura, e per aver de' nuovi riscontri delle sue leggi inviolabili osservate nelle acque correnti de' Fiumi. Mi son servito in questa terza parte di sperimenti del medesimo Castello descritto nella parte II. facendovi alcune mutazioni, che potranno servire per la maggior certezza de' Fenomeni Idraulici e per la facilità maggiore nell'operare.

Ed in primo luogo ho creduto proprio di diminuire l'altezza della Ventola, che era stata fatta di soldi $12\frac{1}{2}$, ed in queste nuove Sperienze ho creduto bene di ridurla a soli soldi 5, per poter ottenere con precisione maggiore quegli Strati del fluido, dove esso cambia le sue velocità dalla maggiore alla minore, e dalla minore alla maggiore. Tali cambiamenti alcune volte succedono a piccole altezze l'una dall'altra, e perciò meglio si conosceranno, quando facciasi minore l'altezza dell'ostacolo, che deve avvisarci de' cangiamenti del fluido nelle sue profondità.

E giacchè colle minori altezze, minori saranno le forze del fluido, ho stimato giovevole di accrescerle colla maggior

K 2 dimen-

dimensione della lunghezza, la quale ho fatta di braccia 2. interamente, quando la prima Ventola era di soldi 25.

Inoltre coll'attenta osservazione ho rilevato in sì gran numero di sperimenti, che tra la Ventola, e l'albero nasceva una corrente di fluido, che si modificava diversamente, secondo le diverse obliquità della Ventola; quando questa guardava direttamente la corrente del fluido, quella parte, che passava nello spazio intermedio correva parallela alla parte, che percuoteva la Ventola, e l'acqua separavasi da una parte, e dall'altra con tutta la regolarità. Ma non era così quando l'obliquità della Ventola portava un uguale obliquità a quello spazio, che correva tra l'Albero, e la detta Ventola, dove il fluido laterale risentiva una parte di detta obliquità. Perciò ho pensato di perfezionare l'uso della Ventola, facendola giungere sino all'albero, senza interporvi alcun vuoto tra mezzo. Così il filo laterale dell'acqua viene ad esser soppresso, e l'albero stesso forma una parte della Ventola.

L'esperienza farà vedere qual'effetto potrà produrre un tal cambiamento.

Il diverso stiramento della funicella, e de' suoi nodi rendeva alquanto variabile la sommersione della Ventola, e tal varietà, benchè tenue, viene ad escludersi con una picciola catena a maglia co' suoi occhi interposti tra maglia, e maglia, sì quali sieno lontani l'uno dall'altro soldi 5. di braccio, cioè tanto precisamente quanto è l'altezza della nuova Ventola. Così a ciascuna nuova sommersione di un quarto di braccio corrisponderà un nuovo Strato di fluido della detta altezza, il quale opererà secondo la sua forza sulla Ventola così abbassata.

Ho *

Ho procurato, che il nuovo posto del Fiume abbia maggiori profondità, e perciò, che le sue velocità siano minori, tanto più, quanto che misurasi più larga la sezione del Fiume.

Giova ancora tal mutazione di velocità per ben intendere l'operato della natura, ancora nelle piccole velocità;

Chi può mai indovinare, se la scala delle velocità inferiori si conservi all'incirca la medesima, o per meglio dire dell'istessa figura; oppure cambi ancora la figura medesima, quando le velocità superficiali sono assai piccole. In tutte le Sperienze della seconda parte abbiamo avute le velocità soggette a qualche divario, ma tal divario non è grandissimo, essendo dentro il limite de' due numeri 83. e 97., come può riscontrarsi dalla velocità del primo giorno 19. Gennajo, alla velocità dell'ultimo 23. del medesimo. Ma tal divario non è bastevole per farci conoscere l'uniformità della legge. Per aver dunque una velocità molto minore è stato traseolto il secondo posto, dove essa non è neppur la metà delle velocità superficiali, osservate nelle lunghe serie dell'esperienze della seconda parte.

Sarebbe pur desiderabile l'esercizio delle medesime sperienze con velocità doppiamente, e triplamente maggiori delle prime, le quali non possiamo ottenere se non in tempo di piene, nelle quali le velocità crescono assai notabilmente. E se quelle, che sono state misurate nel dì 21. e 22. ci danno all'incirca un braccio per secondo, vi son certamente delle piene, che posson quadruplicare detta misura. Mi contenterò adunque per ora di continuare le mie sperienze sulle velocità minori, per poi tentarle a suo tempo sulle maggiori.

Add 26. Gennajo 1779.

Num. 46. Aria chiara con calma di vento. Trasportato al Castello sotto la Cateratta del Bufalo in sezione larga, e con piccola velocità del Fiume, sono state fatte le seguenti sperienze, colla nuova Ventola alta soldi 5. lunga braccia 2.

Prima Serie delle esperienze, per gli Angoli Orizzontali.

Esp. I. Lasciata libera la Ventola senza alcun peso, fece la prima oscillazione tra	91°, e 93°
La seconda tra	90°, e 92°
media tra gradi	90½, e 92½
media della totale	91½

Si osservò subito, che colla nuova Ventola faceva le oscillazioni assai più piccole delle altre.

Esp. II. Furono aggravate libbre 5. di peso, e la Ventola fece la prima oscillazione tra	70°½, e 71°
La seconda tra	70°½, e 71°½
media tra gradi	70°, e 70½
media della totale	70½

Esp. III. Con altre libbre 5, cioè in tutto libbre 10. la prima oscillazione fu tra	58°, e 58°½
La seconda tra	58°½, e 57°½
media tra gradi	58¼, e 57¼
media della totale	58.

Esp. IV. Con altra libbra 1, era tra - - - 36° , e $36^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda volta si fermò su i - - - $39^{\circ}\frac{1}{2}$

Esp. V. Con libbre 12, oscillava tra - - - $27^{\circ}\frac{1}{2}$ e $27^{\circ}\frac{1}{2}$

Esp. VI. Con libbre 13, era a - - - $26^{\circ}\frac{1}{2}$

Ma essendosi levato un po' di vento, impediva la libera operazione della Ventola.

Esp. VII. Con libbre 14, oscillava fino a - - - $22^{\circ}\frac{1}{2}$

Esp. VIII. Con libbre 15, era fermo l'indice a - - - $13^{\circ}\frac{1}{2}$

Esp. IX. Nel far questa esperienza si trovò, che l'indice aveva un soffregamento sulla Tavola del Quadrante, e che il pettino dell'albero resisteva ancor esso. Onde fu il tutto accomodato, e ripetute le esperienze.

Seconda Serie di esperienze per gli stessi Angoli Orizzontali.

Num. 47. Esp. I. La Ventola libera oscillava la prima volta tra - - - 89° , e 91°

La seconda tra - - - 87° , e $90^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - $88\frac{1}{2}$, e $90\frac{1}{2}$

media della totale - - - $89\frac{1}{2}$

Esp. II. Col peso di libbre 5, oscillava tra - - - $65^{\circ}\frac{1}{2}$ e $66^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - 66

Esp. III. Con libbre 7, oscillava tra - - - 44° , e $45^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - $44\frac{1}{2}$

Esp.

Esp. IV. Con libbre 8, oscillò l'indice la prima	
volta tra - - - - -	38°, e 40° $\frac{1}{2}$
La seconda volta tra - - - - -	36°, e 37° $\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - -	37, e 39
media della totale - - - - -	38.
Esp. V. Con libbre 9, era la prima volta tra -	
La seconda tra - - - - -	30°, e 35°
La seconda tra - - - - -	30° $\frac{1}{2}$, e 33° $\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - -	30 $\frac{1}{2}$, e 34
media della totale - - - - -	32 $\frac{1}{2}$
Esp. VI. Con libbre 10, oscillò la prima volta	
tra - - - - -	28°, e 29° $\frac{1}{2}$
La seconda tra - - - - -	20° $\frac{1}{2}$, e 21°
media tra gradi - - - - -	24 $\frac{1}{2}$, e 25 $\frac{1}{2}$
media della totale - - - - -	24 $\frac{1}{2}$

Ma poi avanzava fino a gradi 5.

• Esp. VII. Con altra mezza libbra, l'indice prima si accostò al 5.° poi sul 3.° e poi usciva dal Quadrante. Onde il peso totale batteva verso le libbre 10 $\frac{1}{2}$, con differenza di una, o due once.

Da queste Sperienze deducesi, che le antecedenti erano erronee per le dette resistenze. Il peso totale libbre 10 $\frac{1}{2}$, al peso di libbre 7. sta nella ragione incirca del seno totale al seno di 45.°

Avvertesi, che fatta una nuova speranza con poco più di libbre 10, cioè più once 4 l'indice usciva dal Quadrante.

La

La piccola inegualtà del vento turbava alquanto queste sperienze, per la tenue velocità del fluido.

Terza Serie di sperienze alle diverse profondità del fluido.

Nam. 48. Esp. I. Furono aggravate libbre 5, stando la Ventola ancora alla superficie, e per la prima volta oscillava tra - - - - - 60°, e 62°

Per la seconda volta tra - - - - - 61°, e 63° =

media tra gradi - - - - - 60½, e 62½

media della totale : - - - - - 61½

Esp. II. Collo stesso peso la Ventola fu calata di

foldi 5, l'indice oscillò tra - - - - - 64°, e 66°½

La seconda volta tra - - - - - 61°½ e 63°½

media tra gradi - - - - - 62½, e 65 =

media della totale - - - - - 63.52.

Esp. III. Collo stesso peso, la Ventola fu calata

foldi 5, ed oscillò la prima volta tra - - - - - 54°½ e 57°½

La seconda volta tra - - - - - 58°, e 59°

media tra gradi - - - - - 56½, e 58½

media della totale - - - - - 57.19.

Esp. IV. Collo stesso peso, fu calata la Ventola

ultri foldi 5, e la prima oscillazione fu tra - - - - - 60°½ e 61°½

La seconda tra - - - - - 52°½ e 59°½

media tra gradi - - - - - 56½, e 60½

media della totale - - - - - 58.54.

L

Esp.

Esp. V. Fu calata la Ventola altri foldi 5, e la
prima oscillazione fu tra - - - - - $46^{\circ}\frac{5}{8}$, e $48^{\circ}\frac{1}{2}$
La seconda fu tra - - - - - 47° , e 52°
media tra gradi - - - - - $46\frac{1}{2}$, e $50\frac{1}{2}$
media della totale - - - - - 48. 34.

Esp. VI. Fu calata la Ventola altri foldi 5, e la
prima oscillazione fu tra - - - - - 44° , e 48°
La seconda tra - - - - - $47^{\circ}\frac{1}{2}$, e 49°
media tra gradi - - - - - $45\frac{1}{2}$, e $48\frac{1}{2}$
media della totale - - - - - 47 $\frac{1}{2}$

Esp. VII. Con altro abbassamento oscillò la pri-
ma volta tra - - - - - $45^{\circ}\frac{5}{8}$, e $46^{\circ}\frac{5}{8}$
La seconda tra - - - - - $46^{\circ}\frac{1}{2}$, e $48^{\circ}\frac{5}{8}$
media tra gradi - - - - - $46\frac{5}{8}$, e $47\frac{1}{2}$
media della totale - - - - - $46\frac{1}{2}$

Esp. VIII. Con altro sbassamento seguì la prima
oscillazione tra - - - - - $39^{\circ}\frac{5}{8}$, e 40°
La seconda tra - - - - - 39° , e 43°
media tra gradi - - - - - $39\frac{1}{2}$, e $41\frac{1}{2}$
media totale - - - - - 40 $\frac{1}{2}$

Esp. IX. Con altro sbassamento seguì la prima
oscillazione tra - - - - - 35° , e $36^{\circ}\frac{1}{2}$
La seconda tra - - - - - 36° , e $41^{\circ}\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - - $35\frac{1}{2}$, e 39
media totale - - - - - 37 $\frac{1}{2}$

Esp. XIV. Con altro sbassamento di soldi 5, oscil-	
lò la prima tra - - - - -	$30^{\circ}\frac{1}{2}$, e 34°
La seconda tra - - - - -	30° , e $31^{\circ}\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - -	$30\frac{1}{2}$, e $32\frac{1}{2}$
media totale - - - - -	$31\frac{1}{6}$
Esp. XV. Con altro sbassamento la prima oscil-	
lazione seguita tra - - - - -	$31^{\circ}\frac{1}{2}$, e 32°
La seconda tra - - - - -	29° , e 31°
media tra gradi - - - - -	$30\frac{1}{2}$, e $31\frac{1}{2}$
media totale - - - - -	$30\frac{1}{2}$
Esp. XVI. Con altro sbassamento, la prima oscil-	
lazione fu tra - - - - -	$14^{\circ}\frac{1}{2}$, e 15°
La seconda tra - - - - -	$15^{\circ}\frac{1}{2}$, e 16°
media tra gradi - - - - -	$14\frac{1}{2}$, e $15\frac{1}{2}$
media totale - - - - -	$15\frac{1}{6}$
Esp. XVII. Con altro sbassamento, la prima	
volta oscillò tra - - - - -	5° , e $5^{\circ}\frac{1}{2}$
La seconda volta tra - - - - -	$5^{\circ}\frac{1}{2}$, e $6^{\circ}\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - -	$5\frac{1}{2}$, e 6
media totale - - - - -	$5\frac{1}{3}$

Esp. -

Esp. XVIII. Con altro sbassamento prima oscil-

lò	- - - - -	3° , e 3½
La seconda volta tra	- - - - -	3°½ , e 3°½
media tra gradi	- - - - -	3½ , e 3½
media totale	- - - - -	3½

Fu misurata la larghezza del Fiume di pertiche 31., cioè braccia 155.

In quest'ultima esperienza si vede, che la corrente del fluido variava rispetto a quella della superficie, e ciò può provenire da alcuni scogli, che erano superiori.

Fu misurata la profondità dell'acqua accanto al Castello, e fu trovata di braccia 5½. Onde la Ventola era sopra il fondo soldi quindici, perchè tutte le profondità sono di braccia 4½, insieme coll'altezza della Ventola.

Esp. XIX. Fu collocata la Ventola alla superficie del Fiume, ed allora l'indice era tra 70°, e 73°. Onde non era variato dal fondo alla superficie, ma solo può dirsi, che il vento, che ora è calato faceva giugnere l'indice all'87°, e 90°. La media sarà - - - - - 71°½

Esperienze fatte co' Galleggianti.

Furono collocati i due traggardi a braccia 120. di distanza.

Esp. I. Il Galleggiante al traggardo superiore a 21'. e 25".

Al secondo 25. e 24.

Passaggio 3'. e 59".

Esp.

Esp. II. Il Galleggiante al primo traguardo a . . . 29^l. 49^{ll}.

Al secondo traguardo a 34. 10.

Tempo del passaggio 4^l. 21^{ll}.

Si avverta, che il Galleggiante passò lontano dal Castello.

Esp. III. Passò al primo traguardo a 48^{ll}. 30^{ll}.

Al secondo a 52. 42.

Tempo del passaggio in 4^l. 12^{ll}.

Passò alquanto lungi dal Castello.

Esp. IV. Al primo traguardo 1^l. 34^{ll}.

Al secondo traguardo 5. 49.

Tempo del passaggio in 4^l. 15^{ll}.

Questo Galleggiante passò bene accanto al Castello.


Le ultime tre Sperienze sono le migliori.





LIBRO II.

*Delle varie riduzioni, che competono alle Sperienze
del Libro I.*

Num. 50.  Vendo finora descritte le Sperienze da me fatte colla Ventola Idraulica, rilevando, come ciascuno può comprendere dalla loco storia tutte le circostanze locali, conviene ora far passaggio alle varie riduzioni, che ad esse competono, per poi poterne dedurre i veri risultati. Opera il fluido immediatamente colle sue impulsioni sulla superficie della Ventola *ABDE*. Tal superficie è collocata (Fig. I.) Castello I. ad una certa distanza dall'albero *Pp*. Opera il peso traente *Q* immediatamente sulla puleggia *Rr*, la quale è concentrica alla verticale dell'albero. La sua operazione passa per la rotella *V*, per poter gravitare verticalmente traendo così orizzontalmente per la linea *PV*, le leve colle quali opera il fluido, ed il peso aggravato. Son diversissime, e conviene tutte ridurle alla medesima leva.

Così

Così altre riduzioni vanno operate per preparar la strada ai risultati. Tali riduzioni faranno ad una ad una descritte negli articoli seguenti.



A R T I C O L O I.

Della prima riduzione, che compete per trovar la leva media, colla quale opererebbe il fluido, cioè del centro de' suoi momenti.

Num. 51. Ciascuno avrà compenso, che essendo infinite le linee, che o gli spazietti elementari della Ventola dalla sua prima linea A E sino all'ultima B D, infinite pur faranno le leve colle quali i fili del fluido operano intorno all'Asse centrale P p. E crescendo sempre i momenti nella stessa ragion delle leve, poste del pari tutte le altre cose, così se concepiremo nella Ventola tanti rettangoletti elementari, incominciando dalla A E, e terminando alla B D; e se supporremo, che la velocità de' fili aquei, che attano tali rettangoletti sia costante, verremo a dedurre, che i momenti de' medesimi cresceranno nella stessa ragione in cui sono le leve, cioè le distanze variabili di tali rettangoletti dall'asse dell'albero C c. Converterà dunque in una infinita variabilità di leve trovarne una costante ad un certo punto K della Ventola, alla quale, se si applicheranno gl'infiniti rettangoletti, la somma de' loro momenti sia uguale alla somma de' momenti variabili per la variabilità delle leve. Allora, come ciascun vede riducendosi i momenti del fluido allo stesso punto K, che chia-

chiameremo il *Centro de' Momenti*, potremo fare il paragone del peso, o de' pesi aggravati colle forze del fluido, che quasi concentrate si suppongono al punto *K*, che dovremo determinare.

Vien subito alla mente, che tal punto *K* coincida col centro di gravità della superficie rettangola, giacchè così le diverse leve, che operano alla destra, e alla sinistra possono tra di loro bilanciarsi. Ma essendo tale idea assai oscura, e potendo altri far centro de' momenti non già il centro di gravità, ma piuttosto il punto, o la linea, che divide i momenti in due parti uguali, dovremo rintracciare il presente Teorema colla dimostrazione, la quale agevolmente dedur si potrebbe col calcolo integrale, ma prima mi piace di esprimere il tutto coll'uso di alcuni solidi, per più chiara intelligenza di tutti.

Sia adunque nella fig. II. la stessa Ventola rettangola *ABDE*, la qual si concepisca divisa in infiniti piccoli rettangoli elementari. Il primo di essi *AE* opererà colla leva *AE*, e l'ultimo *BD* coll'ultima leva *CD*, ovvero *CB*. Gli altri rettangololetti intermedi opereranno colle leve intermedie. Si concepisca adunque il triangolo posto orizzontalmente *CDL*, che colle sue semiordinate rappresenti le infinite leve, che competono ai rettangololetti Elementari, e sopra tal triangolo si formi il solido prismatico *CBILc*, elevando le perpendicolari *AE*, *BD*, *IL* ec. uguali alla larghezza della Ventola. E' chiaro allora, che il prisma triangolare troncato *ABILHh* ci esprimerà la somma de' momenti della nostra Ventola rettangola.

Suppongasi trovato il punto *K* centro degli stessi momenti, e la linea *QK* farà la leva costante. Se adunque con essa

M

si mol-

si moltiplichi la superficie della Ventola, il suo prodotto farà pure la somma de' medesimi momenti, che dovendo essere uguale alla prima, si troverà il valore della leva media QK, dividendo il solido de' momenti per la superficie della Ventola.

Sia pertanto la differenza CA = g . La lunghezza AB della Ventola = L , la sua larghezza = l ,

Sarà il triangolo DcL = $\frac{1}{2} (L + g)$

Il triangolo cEH = $\frac{1}{2} g^2$ Onde il Trapezio EDLH sarà = $\frac{1}{2} (L + g)^2 - \frac{1}{2} g^2$. Ed il prisma troncato ABLH sarà uguale ad $\frac{1}{2} l (L + g)^2 - \frac{1}{4} l g^2$. Or la leva media QK diciasi = x , ed avremo secondo che è stato detto $L/x = \frac{1}{2} l (L + g)^2 - \frac{1}{4} l g^2$. E così finalmente troveremo

$x = \frac{\frac{1}{2} l (L + g)^2 - \frac{1}{4} l g^2}{L}$, la quale essendo debitamente ridotta ci somministra il cercato valore di $x = g + \frac{1}{2} L$. E perciò la leva media giungerà appunto al centro di gravità K, della figura rettangola della Ventola Idraulica. Il che doveva dimostrarsi.

COROLLARIO I.

Num. 52. Or se col piano FilG parallelo alla base si concepisca il detto solido diviso in due porzioni uguali, allora è facile a dimostrare, che il punto K resta più lontano, che non è il centro della gravità della figura. Onde essendo tal linea maggiore della somma de' momenti. E perciò esso punto non sarà il centro de' detti momenti.

COROLLARIO II.

Num. 53. Or sia una qualunque altra figura, nella quale il centro della gravità coincida col centro della superficie, come accade nel cerchio, nelle infinite Ellissi, ed in altre curve, dico che le Ventole di tali figure avranno pur esse il centro de' momenti nello stesso punto de' centri della gravità. Così sia una di tali figure ABC (fig. III.), che sia raccomandata all'Albero Pp colla linea QK. E sia K il centro della gravità e della grandezza. E' manifesto che tal figura potrà risolversi in infiniti rettangoletti Elementari, per esempio a b c d collocati orizzontalmente. Tali spazj Elementari resteranno divisi in due parti uguali dalla lineetta f e, e perciò vale sopra ciascuno di essi la stessa dimostrazione del Rettangolo finito della Ventola. Onde gl'infiniti loro centri de' momenti passeranno tutti per la stessa verticale CA, il cui centro è in K. Onde il punto K in tutte queste figure sarà il centro della grandezza, quello della gravità, e quello finalmente de' momenti di tutte le impulsioni dell'acqua, riconcentrate nello stesso punto K, distribuite per la linea CA.

Potremo pertanto adoperare per ventola del Castello Idraulico la figura circolare, l'Ellittica ec. senza variare il centro de' momenti, che sarà sempre la linea QK, quando il centro di tutte queste figure sia nel punto K.

Num. 54. Per ridurre adunque le sperienze fatte in Castiglione, essendo ivi la linea CA (fig. II.) dal centro dell'albero al principio della Ventola di soldi $4\frac{1}{2}$, ed essendo la AB di soldi 10, e la metà di 10, dovremo supporre la leva me-

M 2

dia,

dia, o sia il centro K de' momenti di soldi 14. 75. cent., il cui prodotto per la superficie della Ventola farà di parti 2950, esprimenti la somma de' momenti.

Lo stesso numero risulta affatto calcolando il solido de' momenti, Poichè $\frac{1}{2} l (L+g)^2 = 30628120.$

$$\frac{1}{6} l g^2 = - - - 1128110$$

Onde la differenza farà di- 2950.0000 come dianzi, essendo le ultime quattro cifre per la frazione.

Calcolo della somma de' momenti, per la prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.

Num. 55. In questa Ventola fu la sua lunghezza di soldi - - - - - 25.

La sua larghezza di soldi - - - - - $12\frac{1}{2}$.

La distanza dal centro dell'Albero dal principio della Ventola = soldi 6. 7. decime, Onde farà la leva media, cioè $g + \frac{1}{2} L =$ soldi 19. 2. decime.

Sarà L.l superficie della Ventola di soldi \square 312. 5, che moltiplicati per 19. 2. formano il prodotto di 6000. soldi cubici esprimenti la somma de' momenti.

Calcolo della stessa somma nella seconda Ventola adoperata sull'Arno.

Num. 56. Nella detta Ventola la sua lunghezza fu fatta di soldi - - - - - 40.

e l'altezza di soldi 5, e così la superficie di soldi \square - 20. 0. come l'altra usata in Castiglione. Non vi era lo spazio vuoto tra

tra l'Albero, e la Ventola, ma essa si univa all'Albero, e dal centro di questo fino al centro della Ventola vi erano soldi 20. Onde in questo caso il momento era di soldi cubici 4000.

Così potranno adoperarsi, dette somme di momenti in tutti i computi, che seguiranno.

Ma perchè potrebbe a taluna venire in mente di adoperare delle Ventole triangolari, o di altre figure, nelle quali il centro della grandezza differisca dal centro di gravità, così nel seguente Articolo farà bene risolvere questo general problema.



A R T I C O L O II.

Qual sia la riduzione competente ad una Ventola di qualunque figura, nella quale discordino i centri della superficie, e della gravità.

Num. 57. **P**asserò ora a ricercare, se la leva media, che determina il centro de' momenti, coincida o no col centro della gravità in tutte le altre figure, nelle quali il centro della superficie non possa coincidere col centro della gravità. Così accade ne' triangoli di qualunque specie, ne' trapezj, ne' semicircoli, nelle parabole, ed infinite altre figure. E benchè raro sarà il caso di prevalerci di tali figure, pure per la generalità della Teoria, ed ancora per fare delle nuove spe-
rienze, non sarà inutile tal soluzione.

Nella

Nella quale incomincerò dalla figura triangolare, nella quale si dà la soluzione coll'uso di un altro solido, che equivale al calcolo sommatorio.

Sia adunque attaccato all'Albero P p, per mezza del Bracciolo Q A il triangolo Isoscele C A B (ma lo stesso vale in qualunque altro triangolo) un suo qualunque rettangolo elementare già espresso da m h i n, e la sua distanza dalla verticale dell'Albero sia la Q f. Onde il momento Elementare sarà espresso dal prodotto della leva Q f, nel rettangolo m i. Ma tal prodotto è uguale alla somma de' due prodotti, il primo de' quali sarà della Q A nel rettangolo m i.

Ed il secondo della A f nello stesso rettangolo m i.

Percorrendo così tutta la figura, la somma del primo prodotto sarà uguale al solido, che abbia per base il dato triangolo A B C, e per altezza la linea costante Q f.

Ed il secondo sarà uguale ad una Piramide, che abbia la base di B C², e l'altezza la linea A E.

Si fa, che il solido piramidale è uguale al prodotto della base nella terza parte dell'altezza. Onde nominando la base = b^2 , e l'altezza = a , il detto solido sarà = $\frac{a b^2}{3}$, e se b facciassi = a , sarà = $\frac{a^3}{3}$. Onde dividendo per la figura triangolare = $\frac{1}{2} a^2$, avremo $\frac{2}{3} a$, e dividendo l'altro solido $\frac{1}{2} a^2 g$ per lo stesso triangolo $\frac{1}{2} a^2$, ne nascerà semplicemente la g , cioè la Q A. Onde la leva media sarà = $g + \frac{2}{3} a$. Appunto questo stesso valore corrisponde al centro di gravità del triangolo. Onde il punto K centro de' momenti coincide col centro di gravità dello stesso triangolo.

Num. 58. Lo stesso Teorema dimostrasi di qualunque altra data figura, per esempio B d A z C, con questa general dimostrazione.

Il centro di gravità di qualunque figura deducesi sommando tutti i momenti, riportati a qualunque punto ancora fuori della figura, e dividendoli per la somma de' pesi. Ma nel nostro caso, per aver le impulsioni, e momenti del fluido, si devono sommare i momenti infinitesimi riportati alla linea $QA + Af$, e poi tal somma dee dividersi per la figura, che ci esprime la somma, de' pesi. Onde essendo analoghe le due operazioni, farà pure analogo il loro risultato, cioè la linea QK giugnerà al centro di gravità della data figura, qualunque essa siasi.

Num. 59. Ci porta allo stesso risultato il metodo Analitico, che potrà prima applicarsi alla figura rettangola, poi alla triangolare, e finalmente a qualunque altra possibile.

Sia adunque al solito la costante $QA = g$, la variabile $Af = x$, farà il suo differenziale $df = dx$. Nella Ventola rettangola la semiordinata è costante, cioè sempre $= l$. Onde l'Elemento de' momenti farà $= l (g + x) dx = lg dx + x dx$, la cui integrazione ci dà $lgx + \frac{1}{2} l x^2$. E sostituendo in vece di x la lunghezza totale L , farà la somma de' momenti $= lLg + \frac{1}{2} l L^2$. E questa divisa per l'Area rettangola lL , lascia $g + \frac{1}{2} L$, come era stato dimostrato.

Si passi ora all'altro caso della Ventola triangolare, e farà il momento elementare $= (g + x) x dx$, cioè $gx dx + x^2 dx$. La cui somma farà $= \frac{1}{2} g x^2 + \frac{1}{3} x^3$. E sostituendo ancor qui la lunghezza L della figura, cioè l'Afcissa totale AB , avremo $\frac{1}{2} g L^2 + \frac{1}{3} L^3$. E dividendo per l'Area triangolare $= \frac{1}{2} L^2$, avremo per la leva media il valore di prima, cioè $g + \frac{2}{3} L$. E così il punto K sarà $\frac{2}{3}$ della AB , come ne' centri di gravità.

Per

Per dimostrare il Teorema con ogni generalità, sia la semiosdinata $fd=y$. E così il rettangolo Elementare $=xydx$. Il suo prodotto per Qf , cioè per $g+x$ sarà uguale a $xyydx + xydx$. Essendo questa la formola de' momenti per i centri di gravità, ed essendo pure la figura come la somma de' pesi, farà la stessa cosa il determinate i centri di gravità, che i centri delle impressioni del fluido.

Esempio nella Parabola.

Num. 60. Si fa, che nella Parabola sono le y come \sqrt{x} ; onde sostituendo \sqrt{x} per y , la formola sarà

$$2g\sqrt{x} \times dx + 2x\sqrt{x} \times dx.$$

Cioè $\frac{2gx^{1\frac{1}{2}}}{1\frac{1}{2}} + \frac{2x^{2\frac{1}{2}}}{2\frac{1}{2}} = \frac{4gx^{1\frac{1}{2}}}{3} + \frac{4x^{2\frac{1}{2}}}{5}$

L'area della Parabola similmente espressa, è uguale a $\frac{4}{5}x^{2\frac{1}{2}}$. Onde per essa dividendo la formola, il risultato sarà $=g + \frac{3}{5}x$, che è appunto il centro di gravità nella figura Parabolica.

Generalmente adunque resta dimostrato, che qualunque siasi la natura della curva, che si adatta al bracciolo della Ventola Idraulica, la leva media sarà uguale alla somma dello stesso bracciolo, più la distanza del centro di gravità dal vertice della data curva.

Mi sia lecito di rilevare di passaggio, che questo stesso metodo ha luogo nell'Idrodinamica in altre circostanze, come sarebbe quella di dover aprire un foro di una data figura in un piano verticale di un vaso Idraulico, e di ricercare qual sia il centro delle pressioni del fluido nella data figura, come ho dimostrato in un altro mio Opuscolo Idraulico.

Per

Per non vagar troppo nelle mie Sperienze cumulando in esse delle difficoltà non necessarie, io mi son contentato delle figure rettangole delle Ventole, riserbandomi a farne altre con altre figure, tralle quali stimo assai utili le circolari.



A R T I C O L O III.

Della riduzione, che conviene alle presenti Sperienze per le spinte, che imprime il fluido alla superficie de' due braccioli, e se essa sia sensibile o no.

Num. 61. **S**E la Ventola potesse operare in mezzo al fluido senza esser sostenuta da due braccioli AC, Ee (fig. I.) servirebbe considerare del fluido in ordine solo alla superficie della Ventola, ma mentre l'acqua opera sulla Ventola sospingendola con quella forza, che l'anima, nel tempo stesso agisce su i due braccioli AC, Ee. Ed in conseguenza convien considerare ancora le spinte del fluido sopra la lor superficie.

Da quanto è stato detto nella prima riduzione, i momenti della forza, che agiscono su i due braccioli vanno computati dalla loro leva media, e dalla lor superficie. Essendo le loro figure di due piccoli rettangoli, la leva media è uguale alla metà della linea, che passa dalla verticale dell'albero al principio della Ventola. Ed essendo tal linea, per l'esperienze fatte nel Lago di Castiglione, di soldi 4 7. decime, la sua metà farà di soldi 2. 35. cent.

N

La

La loro superficie è di altezza 68. cent. di foldo. Onde amendue faranno 1. 36. cent. La loro lunghezza non va considerata dal centro dell'albero, ma bensì dallo spigolo del medesimo sino alla linea AE. Poichè le due facce, o lati dell' Albero fanno tra di loro equilibrio, essendo la forza del fluido sopra il primo uguale, ed in opposta parte del secondo. E' stata dunque misurata tal distanza di foldi 3, che moltiplicati per foldo 1. 36. centesime, ci danno il piccol prodotto di foldi quadrati 4. 08, i quali per foldi 2. 35. formano foldi cubici 9. 39. e tale appunto sarà la somma de' momenti di questi piccoli braccioli, riferendoli sulla loro leva media.

Alfinchè però il calcolo proceda bene converrà riportargli alla leva media della stessa Ventola, che è di foldi 14. 75. cent. Onde facciasi come $14.75 : 2.35 = 9.39$ al quarto termine, che farà di foldo cubico 2. 53. cent. Sicchè il momento de' due braccioli trasportato sulla leva media della Ventola, altro non produce, che foldo 2. 53, mentre il momento della Ventola è stato calcolato di detti foldi cubici 2950. Si comprende adunque esser tenuissimo tal momento, e senza error considerabile potrebbe certamente trascurarsi, ma pure volendo tener conto ancora delle piccole frazioni, ed aggiungendo questa al momento della Ventola, avremo foldi cubici 2951. 53.

Non dee far maraviglia ad alcuno, che tanto sia tenue la presente riduzione. Poichè è piccolissima la superficie de' due braccioli. E' similmente corta la leva, colla quale opera il fluido; e poi il loro piccolo prodotto va diminuito nella ragione delle due leve, la maggiore, e la minore.

ARTICOLO IV.

*3 Della maniera di riportare i pesi dell' Esperienze
al centro della Ventola.*

Num. 62. **I** Pesi adoperati nelle presenti Sperienze Idrauliche si riferiscono al semidiametro della Rotella *R r*, il quale quanto sarà maggiore, tanto sarebbe minore il peso aggravato *Q* (fig. 1.). Nella scelta di tal semidiametro è convenuto aver più riguardi. Per diminuire le resistenze, come si vedrà, sarebbe stato ben fatto di accettarlo considerabilmente, ma allora facilmente col molto maggiore il peso *Q*, sarebbe disceso nell'acqua, e l'innalzarlo continuamente sarebbe stato un fastidio, da turbare le esperienze. Se si concepisca tal peso attaccato al centro *K*, esso tanto più scemerebbe, quanto è maggiore la distanza di tal punto dal centro dell'Albeto. Onde per ridurre il peso delle esperienze al detto centro *K*, altro non dee farsi, che diminuirlo nella ragione della distanza del centro de' momenti al semidiametro della Rotella. Per disporre la presente materia a risultati della medesima, sarà ben fatto esporarne degli esempi.

E S E M P I O I.

Della Ventola adoperata nel Lago di Castiglione.

Num. 63. In questo primo caso la circonferenza della Rotella era di soldi 14. 92. centesime. E perciò colla solita proporzione tralla circonferenza circolare, e suo raggio, questo sarà di soldi 2. 34. cent.

Ora per il Corollario II. dell' Art. I. la leva media, o la distanza del centro de' momenti dal centro dell' Albero è stata trovata di soldi 14. 75. centesime. Onde nominando p il peso aggravato, avremo, come $14. 75 : 2. 34 = p$ al quarto termine: che sarà $= \frac{p \times 2.34}{14.75}$, che per facilità di calcolo, potremo ridurre a centesime, e faremo $\frac{p \times 100}{619}$. Sicchè per ogni peso delle Sperienze fatte a Castiglione col primo Castello, servirà moltiplicarlo per 100, e dividerlo per 619: per aver il peso riferito al centro K, come va adoperato.

E S E M P I O II.

Della prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.

Num. 64. In queste Sperienze fatte sull' Arno, la circonferenza della Rotella era di soldi 9. 50. cent. Donde deducesi il semidiametro della medesima di soldi - - - 1. 51. cent.

Per il citato Corollario II. dell' Articolo I. è stata calcolata la leva media di soldi - - - 19. 20.

Onde

Onde farà come dianzi il quarto termine = $\frac{1.51 \times p}{20.00}$ = $\frac{p \times 100}{13274}$. Per tal formola farà moltiplicato qualunque peso p delle Sperienze predette.

E s e m p i o III.

Della seconda Ventola adoperata sul Fiume Arno.

Num. 65. Per questo terzo caso il Diametro della Rotella è il medesimo, ma varia il centro de' momenti, il quale per il Corollario II. dell' Art. I. è di soldi - - - - 10. 00

Onde farà il quarto termine, cioè il peso ridotto al centro de' momenti di - - - - $\frac{p \times 151}{20.00} = \frac{p \times 756}{10000}$
E trascurando la piccola frazione, potremo con maggior facilità adoperare il quarto termine di 75. parti millesime del peso p , ovvero di $7 \frac{1}{2}$. centesime.

Applicazione a qualche Sperienza fatta colla Ventola.

Sperienza I. N. 12.

Num. 66. Una delle Sperienze fatte a Castiglione nel Lago, tenendo la Ventola perpendicolare al corso del fluido, la forza di questo si equilibrava con libbre 17. applicate alla Rotella. Onde facciasi come 630: 1000 = 17. al quarto termine, che ci risulterà di libbre 2. 69. cent., e tal sarà il peso ridotto al centro della Ventola.

Espe-

Esperienza II. N. 8. sul Lago di Castiglione.

Num. 67. In una seconda Sperienza fatta pure al Lago di Castiglione, per equilibrare il peso colla forza perpendicolare dell'acqua corrente, vi vollero libbre 30. Onde facciasi similmente come $630 : 100. = 30.$ al quarto termine, e questo sarà di libbre 4. 76. centes.

Esperienza III. al N. 27. fatta sul Fiume Arno.

Num. 68. Desumerò la terza Sperienza da quelle fatte sul Fiume Arno colla prima Ventola, e tra esse sceglierò la prima serie eseguita nel dì 19. Gennajo dell'anno corrente. Il peso per equilibrarsi colla forza perpendicolare delle Acque correnti, fu in detta serie di libbre 152. Onde facciasi per l'Esempio II.

Come $1272 : 100 = 152.$ libbre al quarto termine, che sarà di libbre 11. 94. centesime.

Esperienza IV. al N. 47. sulla stesso Fiume.

Num. 69. Ho presa questa esperienza dalla seconda serie delle sperienze fatte sul Fiume Arno, il dì 26. Gennajo colla seconda Ventola. Il peso fu trovato di libbre 105. Onde per questa Ventola dovrà farsi.

Come $1000 : 175 = 10. 5.$ al quarto, che sarà di libbre o. 7875, cioè prossimamente o. 79. centesime di libbra.

An

A V V E R T I M E N T O I.

Num. 70. Merita di esser bené avvertito, che per mancan-
za di Stadera Fiorentina, i pesi aggravati nella Sperienza del
Lago di Castiglione erano colla Stadera di Siena, che è mino-
re di 10 rispetto alla Fiorentina. Ma le Sperienze fatte al Fiu-
me Arno in faccia al Pontadera furono eseguite colla Stadera
Fiorentina. E perciò convien ridurre le Sperienze I. e II., di-
minuendo i loro pesi nello raglion del 12. 11. Essendo così ri-
dotti i pesi delle prime due Sperienze sarà:

Il peso ridotto della I. Sperienza di libbre - 2. 46. cent.

Della II. Esperienza - - - - 4. 36.

Della III. - - - - - 12. 38.

Della IV. - - - - - 6. 79.

Queste due ultime restano come prima, perchè sono sta-
te fatte a peso fiorentino, al quale sono state ridotte le prime
due. Così in avvenire potranno tali sperienze adoperssi, av-
vertendo, che intti gli altri pesi delle Sperienze, eseguire al
Lago di Castiglione hanno bisogno della riduzione già detta al
peso fiorentino.

A V V E R T I M E N T O II.

Num. 71. Potrebbe venir sospetto, che il semidiametro del-
la Rotella dovesse aumentarsi colla mezza grossezza della funi-
cella, che regge il peso aggravato. Ma oltrochè tal grossezza
è assai piccola, sarà ben di riflettere, che l'interior superficie
della funicella, che sia a contatto col Canaletto della Rotella,
esser:

esercita la sua forza sul semidiametro della medesima, e che per tal riflesso l'azione della fune traente non si esercita col suo centro, ma sibbene colla superficie, che sta a contatto col menzionato Canaletto. Per tal ragione io ho creduto di prevalermi del puro semidiametro della Rotella senza altra aggiunta, la qual per altro sarebbe tenue.



ARTICOLO V.

Della resistenza, che competono colle Sperienze della Ventola Idraulica, e come esse possono calcolarsi.

Num. 72. **L**A riduzione per il titolo delle resistenze, e la più difficile di tutte le altre, ed inoltre essa non è insensibile ne' casi, e dimensioni del Castello. Le attenzioni usate per far sottili i perni dell' Albero, per munirli di rullini di metallo, per rendere acuto a modo di cono il pernio inferiore, ed altre, che tacchi, fanno sì, che l' Albero, e la Ventola, quando son liberi dall' impressione del fluido, e dal peso aggravato alla Rotella, girano con tal facilità, che tutte le loro resistenze, sono minori di un oncia, come è registrato nelle sperienze a tal effetto premesse al N.° 1. Ma non è già così, quando il fluido da una parte percuote tutta la superficie della Ventola, e quando dall' altra gli fa equilibrio il peso aggravato sulla girella V (fig. L.), e poi sulla rotella R r. Giacchè tal forza obbliga i perni dell' Albero ad aggravarsi sull'occhio inferiore, e superiore lateralmente, ed orizzontalmente,

mente, e perciò il peso aggravato dee equilibrarsi non solo colla forza del fluido, ma ancora col valore di questa resistenza. Aggiungasi a questo, che la puleggia V, che rivolge il moto della direzione orizzontale alla verticale, forma una seconda resistenza del suo pernio coll'occhio, sul quale si aggira. E benchè per la ragione del Vetto maggiore, a cui la pressione è applicata, tal resistenza molto diminuisca, come si vedrà, pure giungendo i pesi traenti a libbre 100, e più, la resistenza, che indi ne nasce non dee dirsi insensibile, come si proverà cogli esempj.

Num. 73. Le sperienze, che abbiamo de' Signori Amon-ton, Muschembroek, ed altri Fisici di gran merito intorno alla natura, e valore delle resistenze per il contatto, ed attrito de' nostri solidi, non anno al caso nostro tutta quell'analogia, che bisognerebbe, e perciò volendo ben dilucidare una materia in se stessa assai oscura, e non arbitrar punto nella riduzione delle resistenze dell'Albero, e della puleggia, ho voluto intraprendere appostatamente una serie di sperimenti, che mi pajono decisivi nella presente ricerca. Essi sono stati fatti coll'ajuto della piccola macchinetta, che incomincio a descrivere:

Num. 74. Sia ABCD (fig. V) il piede, o base di legno sulla quale dee posare la macchinetta. Siano due ritti pure di legno collocati sul detto zoccolo, ed ugualmente elevari VE, LF, sulla sommità de' medesimi siano fissati due mezzi cerchj di ferro col loro piede abc, def, i quali nell'interna superficie siano ben limati, e smerigliati, perchè meno, che sia possibile resistano colla confrazione del cilindro di ferro GH, che sopra di essi dovrà girare. La grossezza, o diametro di tal

O

cili-

cilindro sia un tantino minore del diametro de' due cerchi concavi, affinchè incastrandovi con troppa forza, non impediscamo la facilità del moto. Ed a tale effetto il suddetto cilindro sia ben lustrato, e limato in quella parte, che posa sul concavo semicircolare.

Preparato così il cilindro, alla sua metà si avvolga una funicella per due, o tre volte, e l'estremità di essa nel punto L si lasci pendere liberamente per poter ricevere, e sostenere il vasetto M N, destinato per caricarlo con pesetti maggiori, o minori.

Provando prima colle mani a far girare il cilindro G H, per vedere se al suo girare incontra difficoltà, indi si aggiunga un poco per volta al vasetto de' pesi un peso tale, che il cilindro faccia la sua prima mossa, ed allora si pesi il cilindro, ed il peso movente, per sapere la proporzione di tali due pesi, che è quella, che ha il cilindro di ferro alla forza necessaria per vincere la sua resistenza, per incominciare il suo giro.

Sia tal prova ripetuta più, e più volte, mutando la posizione del cilindro, per sfuggire l'effetto di qualche sua irregolarità.

Poi si ungano i due concavi semicircolari, ed il cilindro medesimo, con un poco di olio ben pulito, per vedere, se il peso movente M N scemi a tal diligenza, e di quanto.

Compite queste prime sperimente col solo peso del cilindro, si passi poi ad aggravarlo nelle due estremità, che sporgono fuori de' due concavi, avvertendo di ajutare con due peggie Y, Y i due uguali pesi X, X, per non turbare con una nuova resistenza il valore di quella, che da noi va rintracciandosi, per il solo contatto de' due concavi colla convessità del cilindro.

cilindro. Tentando adunque tali prove con pesi diversi, si verrà in chiaro se il peso MN riesca, o no proporzionale alla somma del cilindro, e de' pesi aggravati variandoli quanto si vorrà. Con tal macchinetta, e con tal metodo sono state da me fatte le seguenti sperienze.

*Sperienze fatte, per rilevare le resistenze de' pernì,
il dì 8. e 9. Agosto 1779.*

Num. 73. Fu fatto un cilindro di ferro saldo, tirato allo Ferriere, e poi ben tornito, e limato, del peso di libbre 40, il quale era di lunghezza braccio 1. soldi 10. E di circonferenza soldi 5. 44. centesime, e così il suo diametro di soldo 1. 73. cent.

I due fulcri furono fatti di ottone gettato, e si procurò di dare ad essi una figura semicircolare più esattamente, che sia stato possibile, procurando, che il diametro fosse un tantino maggiore di quello del cilindro di ferro.

Prima di fare l'esperienze, fu lungamente fatto girare il sopradetto cilindro di ferro ne' due concavi di metallo, procurando così che esso formasse il suo liscio nel metallo medesimo, il quale riuscì così ben lustrato, come appunto si suol fare ne' pernì delle macchine, o delle ruote di qualunque qualità. Fatto così il preparativo si procedè alle seguenti sperienze.

Sperienza I.

Num. 76. Collocando il cilindro precisamente nel mezzo della sua lunghezza sopra i due fulcri, ed attaccandovi una funicella con sacchetta di tela, precisamente alla metà della

O 2

lun-

lunghezza, si andava infondendo della rena in detta sacchetta infino, che il cilindro incominciò a girare, e per questo primo movimento vi vollero libbre 10. once 10. di peso.

Esperienza II.

Num. 77. Avendo fatto girare il sopradetto cilindro a diversi suoi punti, per ovviare all'irregolarità, se mai vi fosse stata, si trovò sempre, che il peso per farlo girare era delle stesse libbre 10. once 10.

Esperienza III.

Num. 78. Avendo trasportato il punto di sospensione dal mezzo sino alla quarta parte della lunghezza, fu di bel nuovo aggiunto del peso un poco per volta alla stessa sacchetta, ed in tal circostanza il peso era di libbre 9. once 10.

Esperienza IV.

Num. 79. Fu mutata la sospensione collocandola dalla parte destra alla quarta parte della distanza; ed allora il cilindro cominciò a muovere con libbre 10. once 2.

Esperienza V.

Num. 80. Fu accostata sempre più la sospensione al punto del bilico in modo tale, che era di soldi 2, e danari 8, ed in tale stato si cominciò di bel nuovo ad infondere la rena nella sacchetta, o cominciò a muovere al peso di libbre 10. once 2.

Esperienza VI.

Num. 81. Trasportando la sospensione dalla destra alla distanza di soldi 2 $\frac{1}{2}$, ed in tale stato riempiendo di nuovo la sacchetta di rena, il cilindro girò al peso di libbre 10. once 3.

Da tutte queste sperienze si comprende, che aggravando ora più ora meno il fulcro del cilindro, e accrescendosi colle diver-

diverse distanze della sospensione, per aggravar più il più vicino, e meno il più lontano, la somma delle inuguali resistenze fa quasi il medesimo effetto, che colle due resistenze uguali, il che succede quando la sospensione è nel mezzo. Piccola è la differenza, che corre da libbre 10. once 10. alle libbre 10. once 3, essendo le prime libbre delle due resistenze uguali, e le seconde delle due resistenze inugualissime; E perciò nella Meccanica Sperimentale, quando una ruota è sospesa ad un albero orizzontale, co' suoi perni pure orizzontali, incontra la stessa resistenza, o essa sia nel mezzo del suo albero, o lungi dal mezzo, anco a piccola distanza dall'asse, del suo rivolgimento. Resta ora, che si esamini, se aggravando al cilindro altri pesi estranei sostenuti colle pulegge, la resistenza sia proporzionale, o no a pesi aggravati.

Esperienza VII.

Num. 82. Per esaminare questa Meccanica Teoria fu aggravato al detto cilindro un peso con sua puleggia, che potesse liberamente girare nel rivolgimento del cilindro, ed avendo aggravato tanto peso, che questo incominciasse a muoversi, vi vollero a tal fine libbre 17. once 3.

Il sopradetto peso aggravato era di libbre 10, cioè precisamente la metà del peso del cilindro.

Esperienza VIII.

Num. 83. Per la seconda volta fu fatta la medesima esperienza mutando un poco le sospensioni, il cilindro girò al peso di libbre 18. once 4.

Esperienza IX.

Num. 84. Fu rifatta la stessa esperienza, collocando il peso di libbre 10. nel mezzo del cilindro di ferro, e la sospensione della

della facchetta circa ad una quarta parte della distanza, e si osservò la mossa del cilindro al peso di libbre 18. once 7.

Ed un'altra volta era di libbre 18. once 8.

Esperienza X.

Num. 85. Fu fatta l'esperienza collocando il peso di libbre 20, alla distanza di un quinto dall'una all'altro fulcro, o nel mezzo del cilindro di ferro fu collocata la facchetta, la quale cominciata ad empire, il cilindro cominciò a girare al peso di libbre 31. oncia 1.

Esperienza XI.

Num. 86. Fu rifatta la sperienza con due pesi collocati nella forma già detta, o colla facchetta nel mezzo, ed empiedo la medesima, il cilindro girò al peso di libbre 29. once 3.

Esperienza XII.

Num. 87. Fu rifatta la suddetta sperienza nella forma, che sopra, e fu trovato girare il cilindro al peso di libbre 29.

Diametro del pernio de' due pesi di piombo, che aggravano il cilindro è di danari 3.

Il diametro delle pulegge, che girano intorno al suddetto pernio è di soldi 2.

Esperienze fatte per esaminare la resistenza, che possono aver fatto le due pulegge, alle quali sono stati attaccati i pesi di libbre 20.

Num. 88. Poteva sempre dubitarsi, che le due pulegge Y Y (fig. V.), che sospendevano i pesi X, X, cagionassero una parte di quella resistenza, che faceva il cilindro di ferro, nel girare attorno a due concavi d e f, a b e, e perciò conveniva esaminare

minare a' parte; se in realtà i perni delle due pulegge nel girare formassero qualche sensibile resistenza. Poteva dubitarsi, se detti perni fossero ben torniti, e centrati dall'Artefice, il che non poteva riconoscersi colla semplice vista, ma conveniva farne prova con qualche argomento Meccanico. Per tal fine fu preso il partito di pesare prima nella stessa Stadera i sopradetti due pesi X, X, che furono trovati di libbre 20. colle pulegge, e funicella. Indi un'estremità di detta funicella fu fermata in una capra di legno, al di sotto della quale fu fatta passare per la prima puleggia, mentre la seconda sua estremità si attaccava all'anello della medesima Stadera, fermata col suo gancio alla stessa capra. Quando la resistenza fosse stata insensibile doveva apparire la metà del peso, cioè libbre 10. secondo che dimostrasì nella Meccanica, e quando detta resistenza fosse stata sensibile, ne doveva dar prova la medesima Stadera, la quale sostenendo la metà del peso, e la sua resistenza non doveva salire totalmente a libbre 10, ma restarne addietro per quella proporzione, che fosse stata proporzionata alla resistenza del pernio. Messa adunque a cimento la prima puleggia col suo peso X, il romano della Stadera faceva equilibrio a libbre 9. once 8.

E nella seconda puleggia a libbre 9. once 7, segno infallibile, che l'once 4, o le 5. erano il valore della resistenza, che cerchiamo.

E siccome le once 4. sono la parte trentesima delle libbre 10, così potremo inferire, che la resistenza de' due perni fosse all'incirca di una parte trentesima del peso aggravato. E se si vuol pigliare la parte media delle due sperienze, farebbe non già la parte trentesima, ma piuttosto la parte ventesima settima.

E' sta-

E' stato determinato il diametro del pernio di denari 3; e quello della puleggia di denari 24. E perciò sarà il primo al secondo come 1: 8, e perciò deducendo la resistenza dello stesso pernio in se medesima, senza il momento della leva maggiore, resisterà detto pernio $\frac{1}{8}$ del peso totale.

Con sì fatte sperienze potremo rettificare quelle già fatte sul cilindro di ferro, liberandole dalle resistenze de' peroi; con togliere a pesi delle pulegge $\frac{1}{8}$ del loro peso, giacchè tutto esso peso gravitava sul cilindro di ferro. Così potremo avere i pesi ridotti delle sperienze nella seguente maniera.

Pesi ridotti delle Sperienze, e loro risultato. Sperienze del solo cilindro di ferro senza aggiunta di peso straniero.

Num. 89. Per la Sperienza I. libbre	- - - -	10. 10.
Per la Sperienza II.	- - - -	10. 10.
Per la Sperienza III.	- - - -	9. 10.
Per la Sperienza IV.	- - - -	10. 2.
Per la Sperienza V.	- - - -	10. 2.
Per la Sperienza VI.	- - - -	10. 3.
Somma libbre	- - - -	<u>61. 1.</u>

Che divise per sei, somministrano il peso medio di - - - - - 10. 33.

Essendo adunque il peso del cilindro di ferro di libbre 40. la sua resistenza sarà al suo peso come il 10: 38, cioè la resistenza sarà maggiore del quarto, e minore del terzo.

Espe.

*Esperienze del Cilindro di ferro aggravato con libbre 20.
di peso straniero, munito della sua puleggia.*

Num. 90.	Sperienza VII.	libbre	-	-	-	17.	3.
	Sperienza VIII.	-	-	-	-	18.	4.
	Sperienza IX.	-	-	-	-	18.	7.
	Somma totale	-	-	-	lib.	54.	2.

Il cui peso medio farà - - - - - 18. 05.

Or si diminuisca tal peso togliendone la sua parte ventisettesima, che è di 66. centesime di libbra, e così farà il peso ridotto - - - - - lib. 17. 39. cent.
Che rispetto a libbre 60, che è la somma del cilindro, e del peso, ci somministra la proporzione del 10: 35, cioè della resistenza al peso, che la genera nella rivoluzione del cilindro. E da questa seconda classe di sperienze deducesi, che la resistenza è un poco meno della terza parte del peso. Poichè la terza parte porterebbe la ragione del 10: 30. Sarà perciò nelle presenti sperienze tra la parte terza, e la quarta del peso totale, essendo il numero 35. precisamente il medio aritmetico tra 30, e 40.

*Esperienze del cilindro di ferro aggravato con amendue i pesi,
che fanno insieme libbre 40.*

Num. 91.	Per l'Esperienza X.	libbre	-	-	-	31.	1.
	Per l'Esperienza XI.	-	-	-	-	29.	3.
	Per l'Esperienza XII.	-	-	-	-	29.	0.
	Somma	-	-	-	lib.	89.	4.
	P				Che		

Che diviso per il numero delle speienze, ci palesano la resistenza media - - - - - 29. 77. cent.
 Le quali diminuendo al solito con togliere $\frac{1}{2}$, cioè
 libbre 1. 10. cent. restano - - - - - lib. 28. 67. cent.

Il peso totale è di libbre 80, rispetto al quale la resistenza farà come il 10 : 28 prossimamente, la qual supera la terza parte del peso totale.

Esprimendo i pesi totali in parti millesime per maggior precisione, farà

Per il peso di libbre 40. la ragione del 1000 : 263.

Per il peso di libbre 60. la ragione 1000 : 285.

Per il peso di libbre 80. la ragione del 1000 : 357.

Num. 92. Dal qual paragone comprenderemo il general risultato, che in ordine alle resistenze, che fanno i perni di ferro quando girano sopra rallini di ottone, non sieguono la ragione de' pesi comprimenti, ma dette resistenze son tanto più superiori a detta ragione, quanto più si aumentano i pesi prementi sullo stesso cilindro, e sulla stessa superficie. Poichè col peso di libbre 40. tal resistenza è espressa dal numero 263.

Col peso di libbre 60. dal numero 285.

E finalmente col peso di libbre 80, la stessa resistenza apparisce di parti 357.

Così col minor peso la resistenza si accosta al quarto del totale, e col peso maggiore supera il terzo del medesimo totale.

Io non intendo di estender tali proporzioni a tutti i generi di resistenze, ma solamente a quelle, che risentono i perni delle ruote nel girare sopra i rallini, colla semplice leva del fondiametro de' perni. Aumentando poi detta leva in qualun-

que proporzione, si fa dai Meccanici, che la resistenza diminuisce di tanto, di quanto si accrescono i detti semidiametri. Meriterebbe però il pregio dell'opera, che più sentite, e più forti esperienze si facessero sulle resistenze de' nostri solidi quando essi operano diversamente, cioè, quando si fanno sdrucciolare sopra piani orizzontali, o sopra piani inclinati, nel qual caso potrebbe esser vera la Teoria di alcuni moderni Scrittori, che le resistenze seguano prossimamente la costante ragione de' pesi.

Num. 93. Ritornando ora al mio proponimento intorno alla resistenza de' perni, che si adoperano nell'albero del Castello Idraulico, nel primo Castello, che soffre un peso di libbre 30, io credo sulla scorta delle prime esperienze, di potermi prevalere dell'ipotesi, che le resistenze sianó la quarta parte de' pesi, o forse comprimenti, e nel più gran Castello adoperato sul Fiume Arno, sul quale i pesi arrivano a libbre 152, potrà adoperare la ragione del 100:36, cioè facendo le resistenze uguali a 36 parti centesime de' pesi aggravati. Su tali due ipotesi saranno rettificato le nuove esperienze descritte nel Libro I.

Num. 94. Presupposte dunque le registrate esperienze, ed i loro risultati, convien ora, che si passi ad applicare i medesimi al primo Castello Idraulico servico nel Canal di Castiglione. In detto Castello si è fatto il semidiametro della puleggia V duodecuplo del semidiametro del pernio. Ondè la rispettiva resistenza sarà di $\frac{1}{12}$ del peso Q aggravato sulla puleggia, o calate per rivoltare la direzione del moto.

Nel Castello medesimo, la circonferenza della Rotella R era di soldi 14. 92. cent., mentre quella del pernio era di sol-

do 1. e 501, è così staccò il raggio al raggio come 10:1. assai profondamente. Onde sarà il valore della resistenza di $\frac{1}{10}$. Sommando insieme tali due resistenze, e riducendole a parti diecimillesime del peso totale, sarà detto peso totale alle due rispettive resistenze, come 10000:458, cioè poco più 4 $\frac{1}{2}$ per cento. Ma perchè alle due resistenze indicate una terza potrà ritrarsene, che nasce dall'impulso del fluido sopra la superficie dell'Albero, che forma una nuova pressione de' due perni addosso agli anelli corrispondenti, potremo per tal cagione aggiungere qualche valore di più, compiendo per tal titolo le cinque parti centesime; colle quali facilmente riducesi ogni dato peso. E bene avvertasi, che tale riduzione può farsi, o al peso totale, diminuendolo di tre centesime, o al peso ridotto al centro della Ventola; tornando sempre lo stesso risultato.

*Riduzione delle quattro Sperienze addotte nell'Articolo IV.
per cagione delle resistenze.*

Nem. 95. Essendo stati ridotti i pesi delle quattro Sperienze citate nell'Articolo antecedente Avvertimento I. al centro de' momenti della Ventola; volendo ora, ad essi applicare la correzione delle resistenze resterà

Il peso dell'Esperienza I. di libbre	2. 34.
Dell'Esperienza II. di	4. 15.
Dell'Esperienza III. di	127. 36.
Dell'Esperienza IV. di	<u>0. 75.</u>

Poi-

- Poichè le tre cent., nella I. Esperienza porta-	
no - - - - -	o. 12.
Nella II. - - - - -	o. 27.
Nella III. - - - - -	o. 59.
Nella IV. - - - - -	o. 64.

- Onde togliendo tali frazioni da' pesi computati nel detto avvertimento, e trascurando le parti millesime, avremo i quattro numeri già descritti.

Questa riduzione delle resistenze è sottrattiva, e non già addiziva. Poichè nelle oscillazioni della Ventola essa trapassava il vero punto dell'equilibrio, e poi ritornava addietro. Onde il peso, aggravato aveva già superate le resistenze, e perciò equivaleva alla somma delle spinte del fluido, e delle resistenze de' perni. Per aver dunque il vero valore degl'impulsi dell'acqua corrente, va detratta l'equazione delle resistenze.



A R T I C O L O V I

Della maniera di calcolare l'altezza dell'acqua sulla superficie della Ventola, il cui peso uguagli il peso ridotto al centro della medesima.

Num. 96. **P**ER aprir la strada a quei risultati, che rintraccerò nel Libro III. è indispensabile di sapere qual sia l'altezza verticale dell'acqua sulla superficie della Ventola, supponendola in posizione orizzontale, quando il suo volume così disposto dovesse aver lo stesso peso, che già è stato calcola-

colato, e ridotto al centro de' momenti, come è stato dimostrato ne' due antecedenti Articoli.

A tale intendimento converrà prima fissare il vero peso di un braccio cubico di acqua comune, misura Fiorentina. A tal' effetto son già più anni, che avendo ricevuto da M. de la Condamine la vera testa parigina, da lui adoperata nella misura del grado all' Equatore, feci costruire con ogni peccisione un vaso cubico di un piè parigino, ed avendo-riscontrato, che il braccio fiorentino conteneva esattamente pollici $21\frac{1}{2}$ del piede francese, di tal misura pure feci lavorare un altro braccio cubico, ed avendolo immediatamente pesato, ripieno di acqua di pozzo di Firenze, e poi detratte il peso del vaso, ritrovai, che un braccio cubico di acqua pesava libbre 570. incirca. Ho detto *incirca*, perchè alle grosse stadere è difficile aver le libbre con precisione. Onde per meglio assicurarmene, pesai il piede cubico di acqua, e detratto pure il peso del vaso, ritrovai accostarsi tanto a libbre 100. che due, o tre once al più poteva corrervi di divario. Assumendo adunque le libbre 100, ed avendo, che il piede cubico contiene pollici cubici 1728, ed il braccio cubico contiene degli stessi pollici 9938. 3. 75. millesime, dividendo questo numero per il primo, ne risulta libbre 575. 14. centesime peso fiorentino. Lasciando adunque la frazione, adopererò il braccio cubico di libbre 575.

Adunque ciò presupposto, la superficie di un braccio quadrato in soldi dicasi = S

La data superficie della Ventola dicasi = s

L' altezza del braccio cubico dicasi = A

L' altezza cercata dicasi = x

Il peso del braccio cubico di acqua dicasi = P

Il dato peso di acque, che sospinge la Ventola di-
casti = p .

Essendo adunque notissimo il Teorema, che i pesi di un
fluido insistente su due date superficie, siano in ragion com-
posta delle basi, e delle altezze sarà

SA : $s x$:: P : p . Onde avremo

$$p S A = P s x. \text{ E così sarà } \frac{S A p}{P s} = x$$

Nella soluzione del nostro problema, il valore $\frac{S A}{p}$
sarà costante, e sarà uguale a $\frac{400 \times 20}{575} = \frac{8000}{575} = 13.913$ mill.
Onde il presente Problema facilmente si risolverà in qualun-
que data sperienza, moltiplicando il detto numero 13.913,
per il peso ridotto, e dividendolo per la data superficie del-
la Ventola.

E S E M P I O I.

Sulla Esperienza I.

Num. 97. Nella prima Esperienza, la superficie della Ven-
tola = s era di 200. soldi quadrati, ed il peso ridotto di lib-
bre 2. 34. centi, come nell' Articolo V. Onde sarà l'altez-
za x di soldi = - - - - - 0. 136. mill

E S E M P I O II.

Sull' Esperienza II.

Num. 98. In questo caso la superficie della Ventola era la
medesima, cioè soldi quadrati 200.

Il peso p , secondo l' Articolo antecedente fu di libbre 4. 15. cent.

Onde il suo prodotto per 13. 913. diviso per 200. ci darà l'altezza x di foldi - - - - - 0. 289. millesime.

E S E M P I O III.

Sull' Esperienza III.

Num. 99. La superficie della Ventola in questo caso era di foldi \square 312. 5.

Il peso p ridotto, di libbre 11. 76. cent. Onde sarà in questo caso l'altezza x di foldi - - - - - 0. 523. milles.

E S E M P I O IV.

Sull' Esperienza IV.

Num. 100. La superficie della Ventola era di foldi \square 200, per essere di braccia 1. di lunghezza, e foldi 5. altezza.

Il peso ridotto era di libbre 0. 75. cent. Onde fatto il calcolo al solito, farà la x di foldi - - - 0. 052. milles.



A R T I C O L O V I I .

*Della riduzione della caduta de' gravi, e delle loro velocità
in misure del braccio fiorentino.*

Num. 101. **E**SSendo state praticate tutte le dimensioni delle mie Sperienze Idrauliche in foldi, e braccia fiorentine, in vece di ridur queste a pollici, e piè di Parigi, ne quali abbiamo le Tavole delle cadute, e velocità de' corpi gravi, sarà cosa opportuna di ridurre tali cadute, e celerità in braccia, e foldi di braccio fiorentino.

Adunque sul supposto, che detto braccio sia di pollici $11\frac{1}{2}$, e che la caduta de' gravi in $1''$. di tempo giunga a piedi 15. con una piccola frazione, che si valuta di $\frac{1}{2}$, i detti piedi 15. si ridurranno a braccia da panno 8. 43. cent. Ed essendo la velocità relativa al tempo medesimo doppia dell'altezza, perchè il corpo grave sulla fine della sua caduta, colla velocità acquistata in tal caduta, scorrerebbe il doppio spazio dell'altezza da cui è caduto, ne seguirà che la velocità dovuta ad un secondo di tempo, sia di braccia 16. 86. centesime. E riducendo il tutto a foldi, in essi la caduta libera in $1''$, sarà di foldi - - - - - 168. 6. dec.

E la velocità dovuta, di foldi - - - - - 337. 2.

Or egli è dimostrato nella Meccanica, che le velocità de' corpi gravi liberamente cadenti, sono in ragion sudduplicata delle altezze, da cui discendono. Se adunque sia data un'altra qualunque

Q

lungoe

lunque altezza espressa in soldi fiorentini, per dedurre la corrispondente velocità, dovremo formare l'Analogia, cioè come $\sqrt{168.60}$: alla radice della data altezza, così la velocità di soldi 337. 20. al quarto termine, che si cercava..

Il valore di $\sqrt{168.60}$ è assai prossimo a 13. il cui quadrato è di 169. 00. Volendo però cercare una precisione maggiore, esso potrà farsi di 12. 98.

Se la data altezza è di parti centesimali senza alcun numero intero, allora conviene moltiplicare 12. 98. per 10, e farà 129. 8. Poichè sia per esempio l'altezza data di 16. centesime, farà 12. 98 : $\sqrt{16} = 337. 2$. al quarto, cioè 12. 98 : 16 = 337. 2 al quarto. Onde farà 129. 8 : 4 = 337. 2. al quarto.

I due termini 129. 8. e 337. 2. di questa Analogia sono invariabili, ed il Logaritmo del primo va sottratto da Logaritmo del secondo, affinchè aggiungendovi la metà del Logaritmo della data altezza in parti centesime, si possa ottenere la velocità, che si cerca

Sarà Logaritmo di 337. 2. - - - - - = 2. 52788.

Logaritmo di 129. 8. - - - - - = 2. 11337.

Residuo - - - - - = 0. 41451.

Suppongasi ora data un'altezza di 16. 30. cent. di foldo, farà il Log. di 16. 30. - - - - - = 1. 21218.

Sarà la sua metà - - - - - = 0. 60609.

Che aggiunta al Logaritmo costante - - - = 0. 41451.

ci somministra - - - - - = 1. 02070.

al quale competono soldi 10. 49. cent., che è la velocità dovuta alla data caduta.

E sic-

Nota. 102. E siccome tal caduta è appunto quella, che è stata computata nell' Esempio I. dell' Articolo antecedente, così sapremo, che a quell' altezza computata secondo l' apportata Teoria, compete la velocità di detti soldi 10. 49. centesime.

Operando nella stessa maniera, ci riuscirà di formare una Tavola necessaria per abbreviare i computi di questo Opuscolo Idraulico, come pure per le altre occorrenze della materia delle acque correnti.

Una simil Tavola è stata da me calcolata in un altro mio Opuscolo, che contiene una *Dissertazione Meccanica sugli Strumenti, che possono servire alla misura del Viaggio Marittimo, e della velocità delle Acque, e de' Venti.* Stampata l' anno 1752. Ma detta Tavola è espressa in piedi, e pollici Parigini, mentre la Tavola ora calcolata esprime tanto le altezze, che le velocità in misure fiorentine, che sono a noi familiari.



Q,

Tavola

Num. 103. Tavola delle altezze delle Cadute in parti
Centefime di Soldo, e delle corrispondenti

Velocità in Soldi, a centesimo di Braccio Fiorentino.

Cadute	Velocità	Cadute	Velocità	Cadute	Velocità	Cadute	Velocità
Centef.	Soldi cron.	Centef.	Soldi cron.	Centef.	Soldi cron.	Centef.	Soldi cron.
1	2. 60	26	13. 21	51	18. 55	76	22. 65
2	3. 68	27	13. 50	52	18. 73	77	22. 80
3	4. 49	28	13. 75	53	18. 91	78	22. 94
4	5. 19	29	13. 99	54	19. 09	79	23. 09
5	5. 51	30	14. 23	55	19. 27	80	23. 23
6	6. 36	31	14. 46	56	19. 44	81	23. 38
7	6. 88	32	14. 69	57	19. 61	82	23. 52
8	7. 35	33	14. 92	58	19. 78	83	23. 67
9	7. 79	34	15. 15	59	19. 95	84	23. 81
10	8. 21	35	15. 37	60	20. 12	85	23. 92
11	8. 61	36	15. 58	61	20. 29	86	24. 09
12	9. 00	37	15. 80	62	20. 45	87	24. 23
13	9. 36	38	16. 01	63	20. 62	88	24. 37
14	9. 72	39	16. 22	64	20. 78	89	24. 51
15	10. 06	40	16. 43	65	20. 94	90	24. 64
16	10. 39	41	16. 64	66	21. 10	91	24. 78
17	10. 70	42	16. 84	67	21. 29	92	24. 92
18	11. 02	43	17. 03	68	21. 42	93	25. 05
19	11. 32	44	17. 23	69	21. 58	94	25. 18
20	11. 62	45	17. 43	70	21. 73	95	25. 32
21	11. 90	46	17. 62	71	21. 89	96	25. 45
22	12. 18	47	17. 81	72	22. 04	97	25. 58
23	12. 44	48	18. 00	73	22. 19	98	25. 72
24	12. 73	49	18. 19	74	22. 35	99	25. 85
25	12. 99	50	18. 37	75	22. 50	100	25. 98

Nella

Num. 104. Nella prima colonna della Tavola son registrate le cadute in parti centesime di soldo.

Nella seconda le velocità in soldi, e loro centesime, e con tali velocità s'intendono gli spazj percorsi con moto equabile dentro il tempo di 1", con quella velocità, che il grave ha acquistato sul fine della sua caduta.

Quando adunque sarà data la caduta del grave in centesime di soldo, in faccia a tal caduta nella Tavola, si dedurrà la velocità corrispondente.

Ed al contrario quando sarà data la velocità delle acque correnti, trovata nella Tavola tal velocità ne' suoi soldi, e centesime, in faccia si risconterà la caduta, o l'altezza, che compete alla detta velocità.

Se poi o l'altezza data, o la data velocità non corrisponderà precisamente ai numeri della Tavola, ma avrà una qualche frazione, allora colle parti proporzionali si troverà al solito la frazione additiva, corrispondente alla data altezza, o alla data velocità.

Le ordinarie velocità de' Fiumi non esigono una Tavola più estesa, oltre alla caduta di soldo uno, che porta la velocità di braccio 1. soldi 5. 98. centesime. Ma quando una maggior velocità fosse data ne' casi delle piene de' Fiumi, allora è tanto facile colla formola addotta il dedurre l'altezza, che io mi risparmiarò la pena di continuare la Tavola.

Num. 105. Sia il primo caso di una data altezza superiore a numeri della Tavola. Ella dee ridursi a centesime di soldo, affinchè il calcolo proceda in regola. Pigliando la metà del suo Logaritmo, ed aggiugnendovi il Logaritmo costante, risulterà il Logaritmo della velocità competente alla data altezza.

Per

Per esempio, sia data la caduta di soldi 5. che faranno 500. centesime. Il suo Logaritmo sarà - = 1. 69897. ;

Metà del Logaritmo - - - - - = 1. 34948.

Logaritmo costante - - - - - = 0. 41461.

Somma - - - - - = 1. 76409.

al quale compete la velocità di soldi 58. 08. cent.

Num. 106. Sia il secondo caso di una data velocità superiore alla Tavola. Essa riducasi in soldi, de' quali piglisi il Logaritmo. Da esso detraggasi il Logaritmo costante, ed il residuo si raddoppi. Tal doppio esprimerà la caduta da trovarsi co' Logaritmi de' numeri naturali.

Per esempio, sia data la velocità di braccia 4. per 1'', essa ridotta a soldi, farà di soldi 80. il suo Logaritmo = 1. 90309.

Log. costante - - - - - = 0. 41461.

Differenza de' Logaritmi - - - - - = 1. 48848.

Il suo doppio farà - - - - - = 2. 97696.

la quale corrispondono parti 948, che sono centesime di soldi, cioè soldi di caduta 9. 48. cent.

Procedendo il calcolo con tal facilità, non occorrerà altra Tavola.



A R T I C O L O V I I I .

*Della maniera di dedurre i gradi degli angoli Orizzontali,
nelle oscillazioni della Ventola Idraulica.*

Num. 107. **I**O veramente senza quel gran numero di sperienze registrare nel Libro I., non avrei mai pensato, che un Canale artificiale, o un Fiume naturale avesse le sue correnti così variabili, che gli angoli delle loro direzioni tanto variassero in due, o tre minuti di tempo, quanto le stesse osservazioni ce lo palesano. Poichè o si tratti della direzione delle acque sulla lor superficie, o a qualunque loro profondità, essa si vede variare da un tempo all'altro di quattro, e cinque gradi. Dall'altra parte dentro il corto tempo di due, o di tre minuti, il livello dell'acqua era constantissimo. Non nasce tal variazione dall'impressione de' venti, giacchè essa è sempre costante nella sua incostanza, o il vento sia favorevole, o sia contrario, o sia obliquo alla corrente del Fiume. Anzi scegliendo il tempo di perfettissima calma, le oscillazioni dell'indice erano le medesime. Le medesime tanto alla superficie, quanto a qualunque profondità. Ma lasciando stare per ora la ricerca delle cagioni, l'assunto presente esige, che sia fissato il metodo per determinare la media posizione dell'indice, che mostra gli angoli delle direzioni della Ventola.

Num. 108. Se in queste sperienze non avesse luogo alcuna resistenza, l'angolo della vera direzione sarebbe intermedio tra
mag-

maggiore, e minore di una data oscillazione. E così per esempio, trovandosi la maggiore oscillazione a $35.^{\circ}$ e la minore a $30.^{\circ}$ l'angolo intermedio di $31\frac{1}{2}$, farebbe l'angolo ridotto. Ma benchè a prima vista non pajà, pure dee dirsi lo stesso quando la somma delle resistenze fosse sensibile. Poichè allora portandosi l'indice sul maggior angolo, il peso aggravato deve salire, e per le resistenze salirà meno, che non farebbe senza le medesime. E perciò l'indice ancora si avvanzerà meno, che non dovrebbe. Al contrario nel tornare addietro della lancetta, dovendo il peso discendere, discenderà meno, che non dovrebbe, e così l'angolo dell'oscillazione minore, farà maggiore del giusto. Essendo adunque l'angolo maggiore dell'oscillazione minore del giusto, ed al contrario l'angolo minore maggiore del vero, se le due differenze si suppongano uguali, come sono, una differenza va aggiunta all'angolo maggiore, e sottratta al minore. Onde il punto intermedio dell'arco maggiore farà lo stesso, che lo stesso punto nell'arco minore dell'oscillazione. Sia lo stesso esempio dell'angolo di gradi 35 . E suppongasì, che tolte le resistenze esso dovesse salire a $36.^{\circ}$. Dunque l'angolo minore essendo ridotto scenderebbe a gradi 29 . L'oscillazione farà adunque di gradi 7 , e la metà di $3\frac{1}{2}$, che aggiunti a gradi 29 . ci somministra l'arco medesimo intermedio di gradi $31\frac{1}{2}$, come era prima di considerare le resistenze. Avvertasi però, che qui intendo di parlare non già in rigore Geometrico, ma bensì *fisicamente*, e sensibilmente. Poichè se le forze del Fiume facciano una piccola variazione dall'uno all'altro minuto, convien riferire dette variazioni non già agli archi, ma bensì a seni de' medesimi. Or egli è manifesto, che pigliando la differenza de' due seni

seni dell'angolo maggiore, e del minore, ed aggiugnendo la semidifferenza al seno minore, o sottraendola dal maggiore, il punto intermedio non corrisponde precisamente all'arco intermedio. Ma si consideri, che trattandosi nel caso nostro dell'oscillazione di gradi 5, la quale spesso è molto minore, il punto del seno medio sensibilmente corrisponderà al punto dell'arco intermedio. Onde senza error sensibile potremo ridurre gli angoli oscillanti, con assumere il grado medio delle oscillazioni. Inutile sarebbe il promuovere la precisione più in là del già detto. Giacchè facendo l'esperienza nelle stesse circostanze, una, due, e tre volte, come è stato da me praticato, la varietà delle oscillazioni è molto maggiore, che non potrebbe mai addivenire pigliando gli archi medj, in vece de' seni medj degli angoli osservati.

Nam. 109. Per render a tutti ben chiara l'idea di tal riduzione, mettasi l'oscillazione di gradi 5. dal $42\frac{1}{2}$ al $47\frac{1}{2}$, secondo il prescritto metodo si sceglierebbono gradi 45.

Il seno di $42\frac{1}{2}$ farà di parti - - - - - 67559.

Il seno di $47\frac{1}{2}$ farà di parti - - - - - 73727.

La loro somma farà - - - - - 141286.

La sua metà di - - - - - 70643.

al quale corrispondono $44^{\circ} 57'$, che differiscono di soli 3. minuti dal grado medio 45. preso in rapporto agli archi.

Ora chi avrà considerare le sperienze fatte specialmente sul Fiume Arno, dove l'oscillazioni collo stesso peso, e colla stessa velocità della corrente sono state prese due, e tre volte, troverà che le loro differenze giungono a $30'$, a $40'$, ed ancora più. Onde il divario di soli tre minuti, che accada per la semidifferenza de' seni, è assai piccolo rispetto a quel divario,

R che

che nasce dalla mirabile incostanza della corrente dentro due, o tre minuti di tempo.

Oltre di che, chi mai in somiglianti sperienze potrà riprometterfi nella stessa divisione del quadrante, e nell'osservazione degli angoli, una precisione di tre, ovvero quattro minuti di grado?

Concluderemo adunque, che il metodo di tassare i veri angoli, pigliando il punto intermedio delle oscillazioni, contiene tutta l'esattezza in ordine alle resistenze, e gode di una bastante precisione in ordine alla semidifferenza de' seni, che farebbe il metodo Geometrico.

Determinate adunque così le principali riduzioni considerate negli otto articoli di questo Libro II., è oramai tempo di passare ai risultati delle mie sperienze.





LIBRO III.

*De' risultati, che si deducono dalle presenti Sperienze
Idrauliche.*

Num. 110.



Stendo state nel Libro I. descritte tutte le Sperienze Idrauliche fatte tanto nel Canal Reale del Lago di Castiglione, quanto sul Fiume Arno, ed essendo state nel Libro II. dimostrate le varie maniere di ridurle, per aprir la strada alle loro conseguenze, in questo Libro altro non resta, che mettere assieme tali conseguenze, o siano i risultati, che indi deduconsi. E perchè nell'introduzione sono stati da me annoverati tali risultati, questi stessi saranno da me dimostrati in tanti Articoli, e sono i seguenti.

R 2

AR-

A R T I C O L O I.

Con qual metodo per mezzo della Ventola Idraulica possa determinarsi la velocità dalle acque correnti, e paragone della velocità, così dedotta, con quella immediatamente osservata co' Galleggianti.

Num. 111. **Q**uesto è il primo Problema, che convien risolvere, e si risolverà nella seguente maniera.

1. Il peso di qualunque speriencia si diminuisca nella ragione della distanza dal centro de' momenti, e del semidiametro della Rotella, per l' Articolo I. Libro II.

2. Lo stesso peso riducasi per il valore delle resistenze, diminuendo il peso primitivo di cinque sue centesime parti, secondo l' Articolo V.

3. E perchè le sperienze fatte sul Canal Reale del Lago di Castiglione sono a peso senese, riducasi di bel nuovo il peso primitivo, per ridurlo al peso fiorentino, colla diminuzione del 12 : 11.

4. Essendo il peso totalmente ridotto, si trovi l'altezza dell'acqua sulla superficie della Ventola, che uguagli detto peso, secondo l' Articolo VI. dello stesso Libro II.

5. Determinata tale altezza in centesime di soldi, se ne deduca la velocità competente alla caduta libera de' gravi dalla medesima, come nell' Articolo VII.

E questa sarà la velocità dell'acqua corrente, dedotta coll' uso della Ventola Idraulica.

Che

Che se a tal velocità si paragoni quella che è stata immediatamente osservata coll'uso de' Galleggianti, da tal confronto dedurremo l'esattezza del metodo, e la verità del Teorema Idraulico, del quale si tratta.

E perchè il fare ad una ad una quelle riduzioni farebbe, cosa troppo lunga, e tediosa, lo ne accorcerò la strada colla composizione delle ragioni.

Poichè parlando delle sperienze fatte nel Lago di Castiglione, i pesi totalmente ridotti faranno in ragion composta di quella, che passa tra la leva media, ed il semidiametro della Rotella.

Di quella, che passa tra il peso primitivo, ed il peso ridotto coll'uso delle resistenze.

E finalmente di quella, che corre tra il peso senese, e fiorentino. Esprimendo in numeri tali ragioni, e chiamando il peso primitivo = P , ed il peso totalmente ridotto = p avremo

$$\frac{14.75 \times 100 \times 12}{2.34 \times 95 \times 11} P = p$$

E così sarà Logaritmo di 14.75. - - - = 1.16879.

Logaritmo di 100. - - - = 2.00000.

Logaritmo di 12. - - - = 1.07198.

Somma de' Logaritmi - - - = 4.24077.

per il numeratore

3.38832.

0.85245.

Log. di 2.34. - - - = 0.36921.

Log. di 95. - - - = 1.97772.

Log. di 11. - - - = 1.04139.

Somma de' Log. - - - = 3.38832. per il Divisore, e de-

traendo questo dal primo, avremo il Log. della frazione = 0.85245.

Sc

Se adunque dal Logaritmo di qualunque peso P detragga tal Logaritmo costante, ne risulterà il valore di p , cioè del peso totalmente ridotto.

Coll' uso de' Logaritmi troveremo l'altezza del fluido. Poichè farà secondo l'Articolo VI. del Libro II.

$x = \frac{SA}{P} p$. Ed in tal formola P esprime il peso di un braccio cubico di acqua comune. Nelle sperienze del Lago di Castiglione farà.

$$\text{L' altezza } x = \frac{400 \times 110}{575 \times 200} p = \frac{8000}{115000} p$$

$$\text{Sarà Log. di } 115000. = 5. 06069.$$

$$\text{Log. di } 8000. = 3. 90309.$$

$$\text{Differenza, negativa } 1. 15760.$$

$$\text{alla quale aggiunto } - - - = 0. 85245. \text{ pur negativo.}$$

Forma il Log. costante 2. 01005., quale sottraendo dal Log. del peso peimirivo di qualunque data sperienza, colla giunta di 2. di Caratteristica, per ridurle a parti centesime, ne risulterà il Logaritmo delle centesime della caduta. E con tali centesime consultando la Tavola dell'Articolo VII., o risolvendo il Problema, si dedurrà la velocità che corrisponde alle sperienze della Ventola.

Per ottenere le più piccole frazioni della velocità, meglio farà di sciogliere il problema del citato Articolo II. cui si pigli la metà del Logaritmo di x , cioè della caduta, si aggiunga al medesimo il costante Logaritmo 0. 41461. E la somma ci darà la velocità in foldi, e centesime.

Ora altro non resta, se non che applicare questi precetti ai casi delle sperienze, per dedurre le velocità della presente

Tco-

Teoria, e paragonarle con quelle, che sono state immediatamente osservate alla superficie delle acque correnti coll' uso de' Galleggianti.

C A S O I .

Delle Sperienze fatte al Lago di Castiglione.

Num. 112. Nell' Articolo II. del Libro I. vien registrata la terza classe delle esperienze fatte in quella giornata al N.° 8. nel quale la somma de' pesi primitivi aggravati alla Ventola per farla colpire perpendicolarmente dalla corrente dell' acqua, fu di libbre - - - - - 30.

Sarà adunque il Logaritmo di libbre 30. = 1. 47712.

e colla giunta di 2. alla Caratt. sarà = 3. 47712.

Log. costante primitivo - - - - - = 2. 01005.

che detratto, lascerà il Log. di x . - - - - - = 1. 46707.

cioè 293. millesime di soldo.

Sarà la sua metà - - - - - = 0. 73353.

che aggiunta al Logaritmo costante - - - - - = 0. 41461.

Forma il Log. della velocità - - - - - = 1. 24814.

a cui comperono soldi 14. 07. centesime, che sarà la velocità dedotta colla Ventola Idraulica, e sua Teoria.

Velocità dedotta col Galleggiante.

Num. 113. Nella prima classe d'esperienze della stessa giornata, per una misura media si fissa la velocità del Galleggiante:

ce di minuti 3'. 6'', per trascorrere il suo viaggio di braccia 128, che ridotti a soldi, fanno soldi 2560, e questi divisi per 186'', ci presentano la velocità di soldi 13. 77. prossimamente.

Vi è però l'Esp. III., nella quale una canna trascorse lo stesso spazio in 3'. 0'', ed un altro Galleggiante in 3'. 1'', assumendo il tempo di questo secondo, farebbe la velocità osservata con detto Galleggiante di soldi 14. 14. cent. Sicchè il divario tra la velocità dedotta colla Teoria, e Sperienze della Ventola nel primo caso, farebbe di 30. centesime di soldo per difetto.

E nel secondo Galleggiante, di 7. centesime per eccesso.

Ecco, che già questa Serie d'esperienze ci palesa era la Teoria della Ventola, e le misure de' Galleggianti un tale accordo di velocità, che io non avrei saputo immaginare prima di chiarirmi con tal paragone.

Nella quarta Serie d'esperienze della stessa giornata, aggravati i pesi per far colpire la Ventola con direzione perpendicolare del fluido, essi furono di libbre 25. once 8. Ma avvertasi alla fine di tali sperienze, che la corrente era ritardata dal vento, e così essendo essa diminuita di velocità, vi volevano nuove sperienze de' Galleggianti, che non si ebbe tempo di eseguire. Onde questa classe non ci giova per il paragone delle velocità, ma servirà per i pesi corrispondenti a diversi angoli di obliquità, come si dirà.

Oltrepassando alla giornata seconda del dì 21. Maggio, la prima serie di sperienze ci presenta il peso totale di libbre 19. e la seconda il detto peso di libbre 17. once 8. Ma perchè la velo-

velocità del Galleggiante fu fissata subito dopo tal serie, ella non ben corrisponde alla prima, e così faremo uso soltanto della seconda serie.

C A S O II

Colla seconda Serie d'Esperienze alla seconda giornata.

Num. 114. Essendo il peso totale libbre 17. 8. once, cioè 17. 66. cent.

Sarà il Log. di detto peso = 1. 24699.

E colla solita addizione = 3. 24699.

Log. costante sottrattivo = 2. 01005.

Residuo per x = 1. 23694. cioè 0.172. mill.

Sua metà = 0. 61847.

Log. costante additivo = 0. 41461.

Logaritmo della velocità = 1. 03308.

a cui corrispondono soldi 10. 79. centesime, per la velocità dedotta colla Teoria della Ventola Idraulica.

Velocità dedotta col Galleggiante.

Num. 115. Abbiamo nella terza Serie dell'Esperienze dello stesso giorno, che il Galleggiante all'Esp. II. passò la linea solita di braccia 128. in 4'. 17". di tempo. E perciò la sua velocità sarà di soldi 10. 62. centesime, che è mancante della prima di sole parti 17. centesime.

S

Nell'

Nell' Esperienza IV. si fa il viaggio di sole braccia 64, ed il tempo di 2', 21". Onde la velocità sarebbe di soldi 10. 50. centesime, e così la mancanza sarebbe di 29. centesime di foldo.

Onde ancora in questo secondo caso le due velocità si accordano insieme con tenue differenza, che meno non può aspettarsi in una sì gelosa ricerca, che dipende da tante misure, e da tante riduzioni.

Essendo state fatte le susseguenti sperienze per altri oggetti, nella terza Serie della terza giornata, cioè il dì 22. Maggio 1778. fu fatto ritorno alla misura degli angoli di obliquità, e pesi corrispondenti. Onde otterremo in tal Serie una terza riprova.

C A S O III.

Sulla terza Serie delle Sperienze nella giornata terza del dì 22. Maggio.

Num. 116. Fa la somma de' pesi di libbre 13. onca 6, cioè 13. 50. cent.

Il cui Logaritmo - - - = 3. 13033.
colla giunta della Caratteristica, Loga-
ritmo cost. sottrattivo - - - = 0. 01005.

Residuo per la x - - - = 1. 12028. cioè 0.132. mill.

Sua metà - - - - - = 0. 56014. di foldo

Log. costante additivo - - - = . 41461.

Logaritmo della velocità - - - = 0. 97475. a cui corri-
spondono soldi 9. 42. cent. di velocità dedotta colla Ventola.

Velo-

Velocità osservata col Galleggiante.

Num. 117. Alla terza Serie delle Sperienze della stessa giornata vi è l'Esp III., in cui il tempo del passaggio del Galleggiante fu di 4'. 20'', cioè 260'' per la solita lunghezza di braccia 128, che forma la velocità di folli 9. 84. cent., la quale è eccelsiva di 0. 42. centes.

Ma la velocità media assunta dopo tal Serie, come la vera, fu di 4'. 24'', cioè 264'', secondo la quale la velocità era di folli 9. 59. cent., che eccede la prima di 0. 17. cent., tenue differenza in sì delicate ricerche.

C A S O IV.

Num. 118. Assumerò questo caso quarto dalla quarta Serie dello stesso giorno, secondo cui il peso relativo alla spinta perpendicolare, fu di libbre 14. 3, cioè 14. 25. centesime.

Sarà il suo Logaritmo - - = 3. 15381.

Log. sottrattivo - - - = 2. 01005.

Log. per la x - - - = 1. 14376, cioè 0. 139.
mill. di follo

Sua metà - - - = 0. 57188.

Log. additivo - - - = 0. 41461.

Log. della velocità - - - = 0. 98649.

a cui si devano folli 9. 69. centesime.

Velocità del Galleggiante.

Num. 119. Trovasi sulla fine di questa Serie una sola velocità del Galleggiante, che fu di 4'. 21'', cioè 261'', consumati nello scorrere lo stesso spazio di braccia 118. Onde la velocità farà di soldi 9. 80. cent., il cui eccello sopra la prima è di 0. 21. centesima, che è pure assai tollerabile.

In tutte le sperienze fatte al Lago di Castiglione non ve ne è altra da potersi paragonare colla velocità del Galleggiante. Mi sembra però, che le quattro apportate servano per comprovate la Teoria della Ventola col fatto della natura, che ci si svela coll'uso de' Galleggianti.

Num. 120. E siccome la Teoria della Ventola è fondata sopra il Teorema, che la velocità di un fluido corrente è uguale a quella, che corrisponde all'altezza del fluido sopra la superficie della Ventola, così dal successo delle sperienze vien confermata la verità del Teorema.

Num. 121. A questo primo Teorema potremo aggiungere il secondo sulla resistenza degli ostacoli opposti alla corrente, secondo la perpendicolare della medesima, cioè, che il valore della loro resistenza sia uguale al peso del fluido, che percuote, che avesse per base la superficie dello stesso ostacolo, e per altezza quella medesima che corrisponde alla caduta libera de' gravi, per generare la velocità, colla quale corre lo stesso fluido.

Num. 122. Ed a questo secondo Teorema potremo aggiungere il terzo, che essendo le altezze nominate x , in ragione semplice diretta de' pesi ridotti, ed essendo questi nella medesima ragione de' pesi primitivi non ridotti, ed essendo dall'al-

tra parte tali altezze in ragion duplicata delle velocità, ne ver-
rà in conseguenza, che i pesi primitivi faranno in ragion du-
plicata delle velocità; ovvero le velocità in ragion suddopli-
cata de' pesi primitivi. Gioverà molto tal Teorema per la pra-
tica, ma esso suppone, che la superficie sia la medesima, o
nell'ostacolo, o nella Ventola. Se poi debba variare l'una,
e l'altra, allora le velocità faranno in ragion composta del-
la sudduplicata della superficie, e sudduplicata pure de' pesi
primitivi.

*Soluzione dello stesso Problema colla prima Ventola
adoperata sul Fiume Arno.*

Num. 123. Nelle prime sperienze fatte sul Fiume Arno
con un nuovo, e maggior Castello delle dimensioni già descrit-
te nel Libro I. N.° 26. fu adoperata una Ventola rettangola,
la cui lunghezza era di foldi 25., e la larghezza di $12\frac{5}{8}$. La
sua distanza, parlando del suo centro dall'asse dell'Albero, era
di foldi 19. 20. cent.

Il semidiametro della Rotella era di foldi 3. 45. cent. per
esser la circonferenza di braccio 1. 1. 8. come al N.° 26.

Le sue resistenze si calcolano maggiori delle prime per il
peso dell'Albero, e sua maggior superficie urtata dalla corren-
te, e potrà farsi di 16. parti centesime. Onde non occorrendo
la riduzione de' pesi, perchè essi si facevano a Stadera fioren-
tina, la riduzione farà.

$$\frac{3.45 \times 84}{19.20 \times 100} P = p$$

La seconda formola per ottenere l'altezza x avrà lo stesso
numeratore AS = 8000.

Il peso del braccio cubico d'acqua nel divisore sarà il medesimo di libbre 545, e solo differirà la superficie della Ventola nominata 5, la qual sarà di soldi quadrati 312. 5.

Onde abbiamo per questo Castello la frazione $\frac{8000}{575 \times 312.5}$

Il Logaritmo sottrattivo di tali due frazioni sarà = 2. 17489.

Esso essendo detratto dal peso primitivo P colla giunta della caratteristica 2. per ridurlo a parti centesime, ci palesa l'altezza, e da essa deducesi la velocità, come è stato praticato ne' primi casi delle sperienze del Lago di Castiglione.

P R I M O C A S O.

Num. 124. Dedurrò il primo caso dalla prima Serie delle sperienze fatte sul Fiume Arno la prima giornata del dì 19. Gennajo del corrente anno 1779. secondo la quale il peso aggravo al Castello per condurre la Ventola al perpendicolo del filo delle acque, fu di libbre 152, come potrà vedersi al Libro I. N.° 27. Sarà il suo Logaritmo colla solita giunta della caratteristica - - - - - = 4. 18184

Log. sottrattivo accennato - - - - - = 2. 17489.

Residuo per il valore di x - - - - - = 2. 00695.

Onde la caduta x sarà di soldo 1. 06. centes.

Metà del detto Logaritmo - - - - - = 1. 00347.

Logaritmo additivo - - - - - = 0. 41461.

Logaritmo della velocità - - - - - = 1. 41808.

a cui competono soldi 26. 16, che è la velocità dotta.

La velocità del Galleggiante fu dedotta con quattro esperienze, la prima delle quali è notata come dubbiosa.

Le tre migliori sono la prima di - - - 68"

La seconda di - - - 70"

La terza di - - - 66"

Sarebbe la media di - - - 68",

ma conviene dire, che la intermedia fosse più giusta, come si avverte nel Diario, in cui si sceglie la media di 70". Onde essendo il viaggio di braccia 90, cioè soldi 1800, avremo la velocità del Galleggiante di soldi - - - 25. 72. cent.

Era per la Teoria di - - - 26. 16.

Onde farà la differenza di - - - 0. 44. cent.

SECONDO CASO.

Num. 125. Defumerò il secondo caso dalla terza Serie di esperienze della seconda giornata del dì 20. Gennajo, come al Lib. I. N.° 31. ed in essa il peso è stato di libbre 126.

Il cui Logaritmo trovasi - - - = 4. 10037.

Logaritmo sottrattivo - - - = 2. 17489.

Residuo per l'altezza x - - - = 1. 92548.

a cui devesi l'altezza di soldi 0. 842.

Metà del Logaritmo - - - = 0. 96274.

Logaritmo costante additivo - - - = 0. 41461.

Logaritmo della velocità - - - = 1. 37735.

a cui devesi soldi 23. 84. cent.

La

La misura della velocità fu presa con due Galleggianti, che concordemente fissarono il tempo di 76". Onde per lo stesso viaggio di braccia 90. ci presentano la velocità superficiale di foldi - - - - - 23. 69.

Il divario dalla prima sarà di - - - - - 0. 15. cent.

TERZO CASO.

Num. 126. Il terzo caso è stato dedotto dalla quinta Serie di queste sperimente al N.° 35, nel quale trovasi il peso di libbre 120. fuo Log. colla giunta - - - - - = 4. 07918.

Log. sottrattivo - - - - - = 2. 17489.

Log. dell'altezza * - - - - - = 1. 90429.
a cui debbono foldi 0. 802.

Metà del Logaritmo - - - - - = 0. 95214.

Log. costante additivo - - - - - = 0. 41461.

Log. della velocità - - - - - = 1. 36675,
a cui si debbono foldi 23. 27. cent.

Nelle tre susseguenti sperimente per i Galleggianti viene avvertito, che la media sia più prossima al giusto, e questa è di 1. 20", cioè di 80". Onde la velocità del Galleggiante fu di foldi - - - - - 23. 50. cent.

La qual paragonata a - - - - - 23. 27.
ci palesa il divario di - - - - - 0. 77. cent.

Avvertasi, che nella detta quinta Serie si aggiungono altre sperimente secondarie, fatte all'oggetto di riconoscere l'altro Teorema de' seni proporzionali alle forze aggravate, le quali danno

danno di libbre 120. Ma la Serie principale deve scegliersi, per essere stata fatta all'oggetto delle velocità.

Q U A R T O C A S O .

Num. 127. Dalla nona Serie di queste sperienze al N.º 41. potremo dedurre quest'ultimo caso. Secondo essa le libbre furono 117.

Il cui Logaritmo - - - - - = 4. 06818.

Log. sottrattivo - - - - - = 2. 17489.

Log. dell'altezza - - - - - = 1. 89419.

a cui corrispondono 78. centesime di altezza

Metà del Log. - - - - - = 0. 94714.

Log. costante additivo - - - - - = 0. 41461.

Log. della velocità - - - - - = 1. 36175,

a cui si devono per la velocità soldi 23. 00.

Una sola speranza fu fatta per la velocità del Galleggiante, giacchè diceasi, che la velocità si accostava a 82". Il che mostra, che era alquanto minore. Ma mettasi di 81", e sarà la velocità osservata col Galleggiante di soldi 21. 95. che differisce dalla prima di soldo 1. 05. centesime. Questa è la maggior differenza, che si sia rinvenuta in otto sperimenti già esaminati, cioè quattro sul Lago di Castiglione, ed altrettanti sul Fiume Arno. Ma dall'espressione, che il tempo accostavasi ad 82", dobbiamo arguire, che esso era minore di 1. 0 di 2". In questa seconda ipotesi, la velocità sarebbe di soldi 22. 50. cent. che dalla prima differisce di - - - - - 0. 50. cent.

T

Dalla

Dalla considerazione di questi quattro casi nelle sperienze della prima Ventola adoperata sul Fiume Arno, ciascuno comprenderà, che questo metodo è molto esatto, che i Teoremi su quali esso è appoggiato, non possono avere la minima eccezione.

Soluzione dello stesso Problema, colla seconda Ventola adoperata in altro punto del Fiume Arno.

Num. 128. Benchè queste ultime esperienze fatte sul Fiume Arno in una sua maggior Sezione, ed in conseguenza velocità minore, siano state poste in opera per la ricerca della scala delle velocità a diversi strati del Fiume, pure una Serie di esperienze, che è la seconda fatta il dì 26. di febbrajo, concorda benissimo colle altre.

Per essa la prima frazione sarà $\frac{3.45 \times 84}{20 \times 100}$, e la seconda sarà $\frac{8000}{575 \times 100}$. Per tali due frazioni, il Logaritmo sottrattivo sarà - - - - - = 1.99661.

Il peso fu di libbre $10\frac{1}{2}$ come al N.^o

Il suo Log. sarà - - - - - = 3.02118.

Log. sottrattivo - - - - - = 1.99661

Log. dell'altezza x - - - - - = 1.02457.

a cui competono per la caduta 0.105.

Metà del Log. - - - - - = 0.51228.

Log. costante additivo - - - - - = 0.41461

Log. della velocità - - - - - = 0.92689.

a cui competono soldi di detta velocità 8.45. cent.

II

Il tempo medio di quattro Galleggianti farà di 3'. 57", ed il viaggio era di braccia 100. ovvero soldi 2000, che divisi per 237", ci palesano la velocità del Galleggiante di 8. 03.

Era di soldi - - - - - 8. 45.

Onde il divario tra la Teoria della ventola, e l'osservazione del Galleggiante, farà di 42. cent. di soldo.

Quantunque paja noiosa la maniera, nella quale ho descritte le superiori sperienze, registrando i Logaritmi sottrattivi, ed additivi, e tessendo tutta la Serie de' calcoli, pure io l'ho creduta assai utile, per metter qualunque professore d'idraulica a portata di poter subito giudicare dell'esattezza de' conreggi, senza perder tempo a ritesser turri i computi.

Num. 129. E per meglio sodisfare al medesimo, riporterò in una Tavoletta il risultato di tutti i casi, che son nove, e per il caso ottavo, cioè il quarto sul Fiume Arno, assumerò il tempo di 82". benchè esso sia alquanto minore.



*Tavola de' risultati delle nove Serie d'esperienze fatte
colla Ventola Idraulica, parte sul Lago di Castiglioni,
e parte sul Fiume Arno.*

Numero de' saggi	Altezza della sa- dara		Velocità co' pesi della Ventola		Velocità co' Gal- leggianti		Differenze	
	Soldi	Mill.	Soldi	Cent.	Soldi	Cent.	Soldi	Cent.
I.	0.	292.	14.	07.	14.	14.	+ 0.	07
II.	0.	172.	10.	79.	10.	20.	— 0.	29.
III.	0.	132.	9.	43.	9.	84.	+ 0.	48.
IV.	0.	139.	9.	69.	9.	80.	+ 0.	21.
V.	1.	060.	26.	16.	25.	72.	— 0.	44.
VI.	0.	842.	23.	84.	23.	69.	— 0.	15.
VII.	0.	802.	23.	27.	22.	50.	— 0.	77.
VIII.	0.	780.	23.	00.	21.	95.	— 1.	05.
IX.	0.	105.	8.	45.	8.	03.	— 0.	42.

I segni delle differenze parte son positivi, e parte negativi, per indicare quali velocità de' Galleggianti sono eccessivi, e quali difettosi rispetto alle velocità corrispondenti, dedotte coll' uso della Ventola Idraulica. La semplice ispezione di questa Tavola ci richiama a più considerazioni.

Num. 130. La prima, che considerando i nove risultati, il divario medio, non giunge ad un mezzo soldo, che rispetto a soldi circa 24, che comperono nella massima velocità osservata, sono una parte 48.^{ma} di divario, che è molto tenue in tanta difficoltà di misure.

La seconda, che le differenze, che si rinvennero nelle sperienze fatte sul Lago di Castiglioni sono parte positive, e
parte

parte negative, quando tutte quelle, che si riportano alle sperienze sul Fiume Arno sono negative.

Le ragioni esser potrebbero, primieramente, perchè essendo assai grande il Castello formato per il Fiume Arno per resistere alle sue forze tanto maggiori, esso poteva cagionare una velocità maggiore accanto alla Ventola. Di tal velocità aumentata non poteva risentirne alcun effetto il Galleggiante, che scorreva da' punti superiori a' punti inferiori del tronco del Fiume. E quando ancora tal Galleggiante passava rasente il Castello, pure subito lo abbandonava, e ripigliava la prima uniforme velocità.

In secondo luogo, perchè essendo più larga la Ventola delle prime quattro sperienze sul Fiume Arno, essa partecipava più delle inferiori velocità, che ad una piccola profondità dalla superficie pajono un poco maggiori, che nella superficie medesima, ed al contrario essendo piccolissimi i Galleggianti, essi più che la Ventola ci additavano la vera velocità della superficie corrente.

Porrebbe ancora esser intervenuto, che le resistenze da me adoperate per le sperienze del Fiume Arno, che sono di 16. centesime del peso, siano alquanto scarse, e facendole alquanto maggiori, le differenze negative diminuirebbono alquanto.

La figura del Castello quadrangolare così creduta più propria per il Fiume Arno, in vece del triangolare adoperato nel Canal di Castiglione, può contribuire ad accelerare il fluido vicino, che va a percuotere sulla Ventola. Qualunque però ne sia la cagione, certo è che le differenze negative sono assai picco-

piccole, e perciò qualunque ne sia la loro cagione, essa non turba notabilmente i nostri uniformi risultati.

Num. 131. Resterà adunque stabilito da tante, e così concordanti sperienze, che la vera misura della forza del fluido, che urta normalmente una data superficie, sia equivalente al peso dello stesso fluido, che abbia per base la data superficie, e per altezza quella stessa, da cui cadendo un grave genera la velocità, colla quale è urtata la superficie. E nel caso di equilibrio, essendo uguale la forza del fluido alla resistenza del solido, la misura di essa resistenza sarà la medesima.

Un tal risultato farebbe contrario al rinomatissimo Sig. Newton, intendendola nel senso medesimo, in cui l'hanno interpretata i più gravi Scrittori dell'Idraulica. Egli adunque parlando della forza del fluido sopra una data superficie, considera il detto fluido in due ipotesi. Nella prima suppone tal fluido composto di particelle elastiche dotate di una forza centrifuga, o sia repulsiva, ed in tale ipotesi ritrova, che la forza del detto fluido equivalga al peso di una colonna aquea, che avesse per base la stessa superficie, e per altezza il doppio di quella, che dal fondo del vaso giugne alla superficie dell'acqua stagnante. Nella seconda ipotesi da lui introdotta nella seconda edizione al Libro II. Proposizione XXXVII. edizione del 1723. de' suoi Principj, egli considera un fluido non elastico, che sia compresso da tutte le parti, le cui particelle s'iaoo continuate. Ed in tale ipotesi la forza del fluido, o rispettiva resistenza del solido si fa equivalere al peso di una colonna aquea, la cui base sia uguale alla data superficie percossa, e la cui altezza sia la metà della colonna del fluido stagnante. In tal senso intendono le proposizioni Newtoniane
i più

i più chiari Scrittori del nostro secolo (a). Considerando però attentamente di qual forza, e di qual resistenza ragioni il Sig. Newton, non sarà difficile a rilevare, che egli non parla di quell'impulso momentaneo, che risente una data superficie dalla caduta del fluido, come neppure della resistenza, che l'ostacolo risente ogni momento dalle sue percosse, ma intende di dimostrare le forze, che impiega il fluido dentro un tempo finito, uguale a quello della caduta dalla sua superficie fino al fondo del vaso. Poichè egli alla Prop. XXXVII. dopo aver formata la sua cateratta, e considerate le velocità del fluido, che esce in un Canale inserito nel suo fondo, e che vada a percuotere un cerchietto collocato in mezzo al Canale, soggiugne quanto segue.

Resistentia vero ejus evadit aequalis ponderi cilindri, ejus basis est circellus ille, & altitudo dimidium est altitudinis IG, a qua cylindrus cadere debet, ut velocitatem circelli ascendentis acquirat, & hac velocitate cylindrus tempore cadendi quadruplum longitudinis suae describet.

Parlando poi espressamente della resistenza del cilindro, più chiaramente asserisce di qual forza egli intenda, soggiugnendo.

Resistentia autem cilindri hac velocitate progredientis . . . aequalis est vi, qua motus ejus, interea dum quadruplum suae longitudinis describit, generari potest quam proxime.

Or considerando il presente testo Newtoniano, ed altri delle proposizioni antecedenti, viene a concludersi, che la forza, e la rispettiva resistenza, della quale il Newton ragiona non

(a) Tra quali il Chiarissimo Sig. D'Alembert nel suo Libro stampato l'anno 1752. intitolato. *Essai d'une Nouvelle Théorie de la résistance des fluides.*

non è quella forza, che fa l'acqua corrente in ogni momento delle sue percosse, per superare un ostacolo, che le si oppone, ma sibbene quella forza, e resistenza colla quale il suo moto può prossimamente generarsi. *Interea dum quadruplum suae longitudinis describit.* E siccome il cilindro si fa uguale alla metà dell'altezza del fluido, così quel quadruplo è uguale ad un cilindro di altezza doppia di quella, che avrebbe l'altezza del fluido.

Meglio si comprenderà tal verità, combinando insieme quanto dicci nel Coroll. I., e II. della Prop. XXVI. Poichè nel primo egli dice, che la velocità dell'acqua, che scorte per un foro è uguale alla velocità, che può acquistar l'acqua nel cadere, e nel descriver cadendo l'altezza KC. E tale altezza è appunto quella del fluido. Poi soggiugne nel Coroll. II.

Et vis qua tetus aquae exilientis motus generari potest aequalis est ponderi cylindricae columnae aquae, cujus basis est foramen EF, & altitudo 2. GI (cioè la doppia altezza del fluido.) Egli ne apporta la ragione, ed è la seguente.

Nam aqua exiliens quo tempore hanc columnam aequat pondere suo ab altitudine GI, cadendo velocitatem suam qua exiit acquirere potest.

Parla egli adunque della forza, che impiega il fluido-continuato compresso, e non elastico per quel tempo in cui cade dalla superficie fino al fondo del vaso, e siccome in tal tempo la colonna aqua esce dal fondo con velocità costante, e tal velocità è quella della caduta, così ne viene in conseguenza, che in tal caso vale il solito Teorema meccanico, che la velocità, che acquista il grave liberamente cadente è tale, che facendolo camminare per un tempo uguale alla caduta, con
tal

tal costante velocità trascorrerà uno spazio doppio della caduta. Così la colonna acqua sarà doppia di quella, che uguaglierebbe la linea della caduta, quando coll'ultima velocità, e nel tempo della caduta percorresse uno spazio libero, e senza alcuna resistenza.

Parrebbe adunque, che la forza di cui parla questo celebre Autore sia quella, per la quale si genera una quantità di moto nel tempo della caduta per l'altezza del fluido, e non già quell'impulso istantaneo, col quale l'acqua, che percuote, tende a superare un ostacolo. Sopra di questo si aggirano le sperienze del Mariotte, e del 'sGravesande, e sopra il medesimo sono state eseguite le mie.

Gli altri Autori, che dopo il Sig. Newton hanno esaminato colla Teoria il Teorema in questione, per lo più hanno concluso, che la resistenza di un solido equivalga all'altezza di un cilindro acqua, dalla quale cadendo il grave, generi la velocità, colla quale lo stesso fluido urta perpendicolarmente l'ostacolo. Il Chiarissimo Sig. D'Alembert ha dimostrato lo stesso Teorema nell'eccellente suo Trattato poco fa citato, dove (a) egli fa la pressione di una vena del fluido, che esce da un vaso, e che percuote un piano prossimamente uguale ad una colonna di fluido, uguale al prodotto della base nella doppia altezza della colonna dell'acqua stagnante, ma quando la superficie del solido, o del piano resta sommersa intieramente nel fluido, allora la sua pressione è uguale al peso della colonna fluida, la cui altezza uguaglia quella dell'acqua stagnante, come precisamente è stato ritrovato colle mie sperienze.

V

Lo

(a) Alla pag. 86

Lo stesso Teorema si trova comprovato in diverse maniere dal Chiarissimo Leonardo Eulero, ma con eleganza, e chiarezza maggiore vien comprovato nella sua Teoria sulla costruzione, e maneggio de' Bastimenti, nella Parte II. Capit. I. dal §. 1. fino a tutto il §. 4., dove potrà leggerfi il suo raziocinio. E benché a dir vero questa non possa dirsi una rigorosa dimostrazione, con tutto ciò essa ci dà una fisica certezza di tal Teorema.

Per togliere qualunque oscurità, che possa obiettarfi alla Teoria, si sono applicati alcuni Autori di materie Idrauliche a provarla con più sperienze, le quali però mi pajono soggette a maggiori difficoltà, che non possono opporsi alla Teoria. Per tacere degli altri, mi gioverà di apportare le sperienze di due Fisici più segnalati, il primo de' quali sarà il Sig. Mariotte, ed il secondo il Sig. 's Gravesande.

Il primo con una specie di pala di figura quadrata, che aveva il lato di pollici 6, sospendendola con un Asse orizzontale, e adattandovi un bracciuolo collocato ad angolo retto, e con una lunghezza uguale alla distanza del centro di gravità dall'Asse orizzontale, fece le due seguenti sperienze.

Nella prima egli scelse un ramo della Senna, dove la corrente era rapida, ed in essa con Galleggianti trovò, che la velocità era di piedi $3\frac{1}{2}$ per secondo. Il peso, che si equilibrava colla pressione del fluido (α) fu di libbre $3\frac{1}{2}$, peso parigino. Facendo il calcolo coll' Elemento della velocità, e della superficie della paletta, trova il Mariotte, che sarebbe il peso di libbre $3\frac{1}{2}$. Benché rifacendo il calcolo vi sia qualche divario,

(*) Œuvres di M. Mariotte. Edition dell'Aja 1740. Tom. II. pag. 402. e 403.

rio, pure tenendosi ancora al computo del Mariotte, si troverebbe in libbre $3\frac{1}{4}$ dell'esperienza un divario di mezza libbra, che porta $\frac{2}{3}$ di errore, che non può dirsi piccolo.

Nella seconda esperienza fatta vicino alla riva del Fiume, egli trovò la velocità di piede $1\frac{1}{4}$, col mezzo de' Galleggianti, e poi sospendendo il peso al soprad detto bracciuolo, ritrovò che lo stesso quadrato di pollici 6. faceva equilibrio colla pressione dell'acqua col peso di once 9. Testendo il calcolo al solito, la velocità corrispondente a tal peso non sarebbe di piede $1\frac{1}{4}$, ma bensì di piede 1. pollici 5. con una piccola frazione. Onde la differenza tra la Teoria, e l'esperienza sarebbe di pollici 2, e un poco più, che tornerebbe quasi di una settima parte, rispetto alla velocità dell'esperienza.

Volendo però calcolare il peso, che deducesi dalla Teoria per paragonarlo con quello delle due sperienze, si osservi, che nell'Esperienza I. alla sua velocità di pollici 39. corrisponde una libera caduta di gravi di linee 25. Inoltre, secondo l'esperienze del medesimo Mariotte, un cubo di fluido aqueo, il cui lato sia di pollici 6, pesa once 132. misura di Parigi. Essendo dunque l'area della pala uguale ad un quadrato di pollici 6. di lato, per avere il peso, che si cerca, facciasi come le linee 72. uguali a 6. pollici, alle linee 25, così le once 32. al quarto termine, questo tornerà di once 45. 83. centesime, ma il peso dell'esperienza era di libbre $3\frac{1}{4}$, cioè di once 52, per esser la libbra parigina di once 16, indi è che il divario tra il calcolo e l'esperienza immediata sia di once 6. 17. centesime, che rispetto alle once 45. 83. cent. non è quantità disprezzabile, ma molto sensibile.

V 2

Appli-

Applicando lo stesso computo all'Esp. II., dovremo prima rilevare, che alla sua velocità di piede $1\frac{1}{2}$, corrisponde assai prossimamente la libera caduta de' gravi di linee 4. Onde formando l'analogia, come linee 72. a lin. 4., così le once 132. al quarto termine, esso ci tornerà di once 7. 33. centesime. Onde il peso dell'esperienza supera quello della Teoria di once $1\frac{1}{2}$, e così starà il peso della Teoria al divario, che corre tra essa e l'esperienza, come il numero 22. al 5, cioè quasi di mezzo tra $\frac{1}{4}$, ed $\frac{1}{5}$. Un tal divario è molto sensibile, e perciò da questa esperienza, e dalla prima non potremo pigliare una regola sicura, e precisa per il Teorema in questione, e la differenza di $\frac{1}{5}$ non è indifferente, rispetto alle grandi resistenze, che risentono i solidi opposti alle acque correnti. In fatti, se riporteremo tal divario a qualcheduna delle mie sperienze, vi troveremo un eccesso di molte, e molte libbre. Così nelle sperienze fatte sul Fiume Arno sopra una superficie rettangola di 25. soldi di lunghezza, e di soldi $12\frac{1}{2}$ di altezza, vi si troverebbe un divario maggiore di libbre 30, giacchè essendosi osservato il peso non ridotto di libbre 152, se ad esso vi si aggiungessero libbre 30, cioè $\frac{1}{5}$ del suo valore, allora doveva ricscere tal peso fino a libbre 182. Concluderò adunque, che essendo due sole queste sperienze del Mariotte, e discordando esse dal Teorema presente l'una un poco meno di $\frac{1}{5}$, e l'altra un poco più di $\frac{1}{5}$, esse non potranno mai darci quella precisione, e sicurezza, che si desidera in così importante materia.

Il Sig.^s Gravesande assai più sottilmente, che qualunque altro Fisico sperimentatore, compose una Macchina Idraulica descritta da lui con ogni precisione al N.^o 1897. del suo coe
fo

fo degli Elementi Matematici della Fisica (a), che troppo lungo farebbe il descriverla. In essa col peso di una bilancia immediatamente attaccata al solido sommerso nell'acqua con un crin di cavallo, egli ha esplorato le resistenze de' cilindri, de' Globi, e de' Coni dello stesso diametro coll'uso dello stesso peso, e poi col calcolo egli ha paragonate le resistenze delle sperienze colle calcolare. Suppone egli in tal calcolo il Teorema presente, il quale vien comprovato dalle sperienze.

Per darne un idea, serve trascrivere la sua Tavola di sette sperienze fatte con sette diverse velocità, che nella sua macchina si facevano crescere secondo la Serie de' numeri naturali 1, 2. 3. ec.

Sperienze	Resistenza calcolata	Resistenza delle Sper.
1	39	39
2	158	156
3	356	351
4	632	624
5	988	975
6	1423	1404
7	1937	1911

Per l'intelligenza della qual Tavola convien sapere, che i pesi delle resistenze sono espressi in centesime di grani. Così all'Esp. VI. sono grani 14. 23. cent. ec. Ora chi paragona la seconda colla terza colonna di questa Tavola inscritta al N.° 1945, vi

(a) Esperienze del Sig. *Gravesande* ne' suoi Elementi Matematici della Fisica Lib. III. Cap. XV. dal N.º. 1895. fino al N.º. 1943.

vi troverà un tale accordo, che nell'Esperienza VI. vi corre 19. centesime di grano, e nella VII. 26. cent. Onde essendo disteso il suo calcolo col Teorema presente, che le distanze siano uguali al peso del fluido, che insista sulla stessa base, ed abbia quell'altezza, che generi la velocità osservata, parrebbe che potessero tali sperienze servire alla conferma del Teorema.

Pur non dimeno, senza derogare al gran merito di questo Filosofo, merita di esser rilevato, che le sue sperienze son troppo in piccolo, per poterle adattare alle forze de' Fiumi, e degli ostacoli, che ad essi dall'arte si oppongono. Il maggior peso di queste sue sperienze sono alla fine di grana 19, cioè la resistenza del cilindretto sommerso, e sospinto dal fluido non ha maggior valote di queste poche grana. Non farebbe adunque maraviglia, se trasportando le sperienze dal piccolo al grande, e da un Gabinetto di Fisica alla vastità de' Fiumi, il peso di centinaia di libbre ci scuopriscie una diversa legge di resistenza, la quale sparisca alle poche grana di peso.

Una seconda difficoltà mi nasce nell'animo in ordine alle velocità dell'esperienza, e del calcolo. Quelle dell'esperienza son dedotte dalla quantità del fluido, che usciva da diverse chiavi collocate nel fondo della macchina. Da esse nell'Esperienza VI., cheotto per esempio, deducesi la velocità di piedi 18, che potevano scorrere ne' secondi 15. 55. cent. Ma essendo il tubo di piombo di pollici 4. di diametro, per cui l'acqua trascorreva, ed essendo il diametro del cilindro di linee 6, la velocità colla quale esso era sospinto era maggiore di quella, che computava col consumo dell'acqua, essendo cosa notissima, che ne' Fiumi, e ne' Canali le velocità medie sieguono
la

la ragione reciproca delle Sezioni. Onde essendo minore la Sezione, che passava per il cilindro, e per il tubo, di quella, che passava in altri punti del tubo o inferiori, o superiori al cilindro, la prima doveva esser maggiore della seconda. Nelle sperienze accade il contrario, cioè, che le velocità dedotte col peso, come pure le resistenze son minori delle calcolate, eccetto sola la terza sperienza; e benchè il divario, che può cagionare questa varierà di velocità non sia grandissimo, pure io non so intendere come la cosa torni al contrario.

Finalmente essendo i piccoli cilindri, Globi, e Coni racchiusi in un tubo con un fortamento, o pressione non indifferente dell'acqua superiore, potrebbe essere che l'effetto sia diverso nelle acque libere, come sono quelle de' Canali, e de' Fiumi, le quali si gonfiano al presentare degli ostacoli, si modificano in molte curve più, o meno ottuse, prima di urtare gli stessi ostacoli, e dopo il loro urto vi si aggirano dietro con moti vorricosi. Tutte queste differenze esigevano, che la verità del Teorema fosse messa alla prova di ostacoli maggiori, o di Canali, o Fiumi, su quali noi dobbiamo operare colle operazioni dell'Architettura Idraulica.

Appunto per questa ragione io ho eseguite le numerose sperienze in Canali, e Fiumi aperti, le ho eseguite con gran Castelli, e con pesi, che giungono fino a libbre 152. E finalmente ho presentato al fluido corrente ora una superficie di dugento soldi quadrati, ora un'altra di 312 $\frac{1}{2}$ e più si potrebbe a nostro piacimento, se l'aumento de' pesi non ci facesse temere la maggior sensibilità delle resistenze. La superficie opposta al fluido del Sig. 's Gravefande giugne appena ad $\frac{1}{2}$ di soldo, che è 1562. volte minore, che non è la superficie della Ventola adoperata nel Fiume Arno.

Mi pare adunque, che non potendosi opporre alle mie sperienze veruna difficoltà delle altre, e concordando esse col Teorema Idraulico già esaminato, possa concludersi, che nel presentare a più gran Fiumi degli ostacoli capaci a difender le ripe, possi seguirsi la legge, che la resistenza de tali ostacoli, quando essa direttamente si oppone alla corrente delle acque, debba equivalere al peso di un solido della specifica gravità dell'acqua, il quale abbia per base orizzontale la stessa superficie dell'ostacolo, e per sua altezza verticale quella, che farebbe originarsi dalla libera caduta de' corpi gravi generanti quella stessa velocità, colla quale è urtato l'ostacolo.

Riflessioni sulla scelta del Castello, della Pentola, e del ramo del Fiume, o del Canale artificiale per regolarsi le presenti sperienze.

Num. 132. Il gran numero delle sperienze da me fatte, e le continue meditazioni in atto di farle, mi hanno suggerite le diligenze, ed attenzioni, che possono contribuire alla maggior perfezione di questo metodo, il quale parendomi oramai autentico dall'esito, mi farà coraggio maggiore per perfezionarlo.

La prima riflessione sugli effetti del Castello mi porta a preferir il triangolare al quadrangolare, appunto per il maggior turbamento, che questo cagiona alla corrente del fluido, sì nella sua direzione, che nella sua forza. E se questo secondo porta il vantaggio della maggiore stabilità, potremo questa procurarla nel Castello triangolare con aggravare, e con assicurare con pesi maggiori l'inferior pianta, o tramezzo, che posa sull'Alveo del Canale.

Alia

Alfai pur gioverà, che l'albero della Ventola sia più lontano, che si possa dal Castello, ed in vece di soldi 10, farà ben fatto allontanarlo ancora di un braccio $\frac{1}{2}$. Se mai si temesse, che sporgendo così l'albero, esso colla maggior leva accresca il momento della forze del Fiume, per poter più facilmente scuotere il Castello, potrà risletterfi, che l'inferior bracciuolo deve toccare l'Alveo del Fiume, giacchè le punte del Castello si fanno immergere nell'Alveo medesimo. Le altre sperienze, che faranno in altri articoli esaminare, ci assicurano, che le forze delle acque correnti sono presso al fondo molto snervate. Il bracciuolo superiore non ne risente le spinte, perchè esso è fuori dell'acqua. Restano solo le percosse sull'Albero, che operando con tanto maggior momento, potrebbero far vacillare il Castello. Ma se risletterfi, che il detto Albero è molto sottili, e che quello del maggior Castello appena ha soldi 4. di grossezza nella sua diagonale, quando ancora l'altezza del fluido sia di braccia 8, esso agirà su di una superficie di soldi \square 640. Con una velocità di fluido, per esempio di soldi 16. per secondo, l'altezza dell'acqua su quella superficie, farebbe di un solo soldo, e così soldi cubici 640. Se adunque soldi cubici 8000. pesano libbre fiorentine 575, i soldi cubici 640. non peseranno più di libbre 46, le quali operando col vanto di un braccio $\frac{1}{2}$ rispetto al Castello, non potranno mai produrre alcun sensibile scuotimento, purchè l'albero sia ben raccomandato a forti bracciuoli, e questi fortemente inchiodati al Castello, che è colle sue punte inferiori affondato nel letto del Fiume, e ben caricato di pesi.

Num. 133. Non è indifferente al felice successo delle sperienze, la figura, grandezza, e posizione della Ventola. Per

impedire il rimulinamento del fluido tra l'Albero, e la Ventola, trovo giovevole, che essa rada l'Albero senza alcun vuoto intermedio, come era la seconda Ventola adoperata sul Fiume Arno. Di questa pure mi pare da trascegliersi la lunghezza, e l'altezza. La prima, che è di soldi 40. serve per render notabile la superficie percossa; La seconda, che è di soli soldi 5. ci sarà giovevole per misurare con precisione maggiore le diverse velocità degli Strati inferiori del Fiume sino al fondo.

Nnm. 134. Assicurata così la miglior costruzione del Castello, e della Ventola, deve l'Idraulico rivolgere le sue premure alla scelta di quel tronco di Fiume, dove poter osservare il corso de' Galleggianti. Quanto è più regolare, e costante la Sezione del tronco a diversi suoi punti, tanto saranno più esatte l'esperienze de' Galleggianti.

Se al contrario l'Idraulico si fermasse in un ramo di Fiume, che cambiasse le larghezze, e le profondità delle diverse Sezioni, i suoi Galleggianti avrebbero ora una velocità maggiore, ed ora minore, essendo cosa ben manifesta, che le velocità medie sono in ragion reciproca dell'area delle Sezioni. Potrebbe adunque succedere a mal cauto Osservatore, che collocando egli la Ventola in una Sezione angusta rispetto alle altre superiori, ed inferiori Sezioni trascorse dal Galleggiante, incontrasse in essa Ventola una velocità, che non sarebbe paragonabile con quella del Galleggiante, e che sarebbe ora minore ora maggiore, secondo che le Sezioni, che esso va attraversando siano ora minori, ora maggiori di quella sulla quale è collocato il Castello. Grande è stata la mia attenzione per la scelta del ramo del Canale, o nel Lago di Castiglione, o nel Fiume Arno. Ho esclusi de' rami del Fiume Arno, perchè
in

in braccia 100. vi erano delle Sezioni doppie delle altre. Onde la velocità per le prime doveva esser la metà, che nelle seconde. E così per avventura se il Castello fosse stato collocato nella Sezione più angusta, avrebbe mostrato una velocità doppia, che nella Sezione doppia della prima. Da tale scelta adunque dipende il felice successo di queste mie sperienze.

Num. 135. I Canali artificiali, che son formati con regolarità di fondo, di ripa, e di argini sono veramente più al caso, che gli alvei naturali de' Fiumi, ne' quali, le loro irregolarità non saprò mai comprendere, se non chi è avvezzo a misurarle. Pure io non negherò, che colle replicate osservazioni, qualche ramo di Fiume, o di maggiore, o di minor larghezza possa rinvenirli, al quale si adatti il metodo presente; la lunghezza non molto importa, purchè le Sezioni siano quasi costanti.

Per tal fine nel Canale di Castiglione io ho scelta una lunghezza di braccia 128, e nel Fiume Arno, per evitare le inuguaglianze delle Sezioni, mi sono contentato o di braccia 90, o di 100, perchè nelle lunghezze maggiori s'incontrava una maggiore inuguaglianza di Sezioni. Convien però evitare in questo l'eccesso contrario di troppo piccole lunghezze, che rendono inefatte le sperienze de' Galleggianti.

A V V A R T I M E N T O .

Num. 136. Avendo esaminate più attentamente le dimensioni della prima Ventola adoperata sul Fiume Arno, ho trovato un divario nel centro de' momenti, la cui distanza era stata adoperata ne' calcoli di soldi 19. 20. centesime, quando

X 2 com-

computandovi le frazioni de' soldi, essa realmente si trova di 19. 80. centesime; con tal divisore farà la velocità.

Del Caso V. di soldi - - - - - 25. 85.

Del VI. di - - - - - 23. 54.

Del VII. di - - - - - 22. 97.

Dell' VIII. di - - - - - 22. 71.

E così molto più si accordano tra di loro le velocità dedotte coll' uso della Ventola, con quelle osservate ne' Galleggianti.

Per correggere i Logaritmi, basta togliere dal Logaritmo delle altezze o. 01112.

E dal Logaritmo delle velocità o. 00555.



A R T I C O L O II.

Delle altre maniere, e metodi per servirsi di una superficie percossa dal fluido, per ottenere le velocità.

Num. 137. **I**L metodo dichiarato nell' antecedente Articolo di servirsi del Meccanismo della Ventola Idraulica, per dedurre la velocità del fluido, che la percuote, non è il solo, che possa, e debba considerarsi nell' Idraulica, ma vi sono altri metodi, ne' quali la superficie di un solido sia diversamente percossa dal fluido, e perciò differente sia il suo Meccanismo.

Se l' Asse della Ventola sia collocato orizzontalmente, essa diviene una valvula, e se tal valvula sia ruffata nel fluido, e facciasi di gravità specifica maggiore dello stesso fluido, indi
ne

ne nascerà un altro metodo differentissimo dal primo tanto nel suo Meccanismo, che nella maniera di metterlo in pratica, con macchinetta assai dissomigliante dalla prima.

E se la superficie percossa dal fluido non abbia alcun centro, o alle sul quale s'avvolgasi, ma sia esposta normalmente alla direzione del fluido; allora il Meccanismo sarà pur differente; e sarà molto più semplice, che ne' primi due metodi.

Converrà adunque pigliare in considerazione questi due altri metodi, che si suggeriranno dalle nuove macchinette per misurare le velocità de' fluidi in altre circostanze, alle quali non sarà applicabile la Ventola Idraulica. Prima però di discendere al particolar loro esame, mi giova di rilevare in generale, che l'idea di desumere le velocità dalle forze impiegate dal fluido a contrastare con una data superficie, può aumentarsi a nostro piacere, e perciò crescendo il volume del fluido, che la spinge, avremo una forza maggiore da misurarsi con pesi sempre maggiori. Inoltre i pesi medesimi possono di bel nuovo aumentarsi colla potenza meccanica del Vento, come appunto succede nel Castello, e nella Ventola Idraulica, nella quale il peso, per esempio di libbre 10, che opera col raggio della rotella, essendo riportato alla distanza del centro de' momenti, diviene sei, e più volte maggiore. Ed in fatti nelle prime sperienze fatte sul Fiume Arno vi volevano libbre 152. per fare equilibrio colla forza del fluido nella ventola, che poi finalmente era di lunghezza braccia $1\frac{1}{2}$, e di larghezza $\frac{1}{2}$ di braccio. Se dunque si raddoppi, e si triplichi tal superficie, vi vorrà un peso due, e tre volte maggiore delle libbre 152.

Vale

Vale lo stesso raziocinio nel secondo metodo della valvula. Vale lo stesso nel terzo metodo, nel quale oltre all'aumento indefinito della superficie, potremo riportare il peso misuratore a qualche potenza Meccanica, come si vedrà.

Per la qual cosa essendo sempre in nostro potere di accrescere il peso misuratore della forza, quanto mai si voglia, potremo così ottenere le più minute frazioni della velocità, e perciò una tal'idea può perfezionarsi indefinitamente. Presuppone adunque una tale opportunità, piglierò da essa coraggio, per dichiarare, e perfezionare i due metodi già divisi.

Del metodo della valvula per dedurre le velocità

delle acque correnti.

Num. 138. Per somministrare un'idea di questo metodo, sia ABCD (fig. VI.) un telaio di legno, che per la sua specifica minor gravità dell'acqua, in essa tengasi a galla. Alla sua metà si stabilisca un asse di ferro KO, che possa liberamente girare sul concavo de' due rullini di bronzo, collocati in KO. Al medesimo asse si unisca un quadrilatero di lamiera di ferro KGH O, di quella grossezza, che farà più adatta al bisogno. La scelta del ferro, o di altra materia di maggiore specifica gravità è necessaria, affinchè la valvula KH col suo rispettivo peso graviti addosso all'asse KO. Se il fluido farà stagnante, tal valvula penderà liberamente secondo la direzione de' gravi. Ma se il fluido cominci a correre con una data velocità, la valvula devierà dal perpendicolo, e si adatterà ad un piano inclinato KOgh, che farà maggiore, o minore,

nore, secondo che la forza del fluido crescerà, o scemerà. L'angolo della valvula sarà misurato in un quadrante KEST, che avrà le sue graduazioni, e che si farà di quel raggio, che renderà più sensibile le frazioni de' gradi.

Una tal macchinetta si farà galleggiare a qualunque punto della superficie del Fiume, accostandola, o scostandola dalla riva destra, e sinistra per mezzo di due funi BR, CM.

Accadrà adunque, che la velocità, e forza del Fiume in quel dato punto farà deviare la valvula con un angolo, che sarà dall'indice manifestato nell'arco ES, dal quale piglieremo argomento della velocità dell'acqua in quel dato punto del Fiume.

Volendo noi misurare le grandi velocità delle picne di un Fiume, delle quali in vero non abbiamo alcuna idea, e questa dall'altra parte è assai importante, io non credo che vi sia miglior Meccanismo di questo. Il suo relajo può farsi di quella grandezza, e stabilità, che piacerà. Il raggio del Quadrante similmente potrà ingrandirsi a piacere. I gradi indicati dalla lancetta ancor da lontano si osservano con un buon Telescopio. Per mezzo di due canapi sostenuti da sugheri galleggianti, trasportasi la macchinetta sul vero filone del Fiume, dove la velocità è massima, e da quel punto accostandolo bel bello alla riva, dalla diminuzione dell'angolo, pigliasi la misura della diminuzione della velocità. Noi non avremo chiara notizia delle portate de' nostri Fiumi, se non trasporteremo una volta le nostre sperienze da' piccoli Canaletti, dove sono state finora tentate, alla vastità de' Fiumi, dove le velocità, e loro degradazioni sono finora assai oscure.

Per rimontar poi dalla misura degli angoli a quella delle velocità, convien prima considerare la deviazione di un pio-
bino

bino sferico, che presenta sempre al fluido una costante superficie, per poi passare alla valvola, che colle sue diverse obblighità presenta al Fiume una superficie equivalentemente minore.

Num 139. Se adunque penda da un centro K il piombino KG (fig. VII.) di figura sferica, e di data specifica gravità, descrivendo il Quadrante HGE , ed in esso la tangente TGP , se una potenza P con un filo GP sulla detta tangente debba sostenere in quella deviazione il detto globo, G , si dimostra nella Meccanica, che il peso del globo alla potenza P deve stare nella ragione del sen. totale KG , al seno GS dell'angolo di deviazione HKG . Se adunque a detta potenza voglia sostituirsi ne un'altra, che regga il globo, colla direzione orizzontale GO , allora dovrà detta potenza aumentarsi nella ragione del GL alla GO , supponendo OL perpendicolare alla tangente. Onde se faremo la GL uguale al seno GS , sarà la linea GO uguale alla tangente GT , che è tangente dell'angolo di deviazione dal perpendicolo. Ora una tal potenza sarà espressa dalla forza del fluido, che scorrendo orizzontalmente, tien sospeso il globo G all'angolo di deviazione. In tale ipotesi converrà assumere non il peso assoluto, ma lo specifico del globo, il qual nasce dalle due specifiche gravità del fluido, e del solido. Sarà adunque in tal caso il Teorema.

Che così sarà il peso specifico del globo, alla forza del fluido, come il sen. totale alla tangente dell'angolo di deviazione.

E siccome crescendo tal'angolo, cresce la sua tangente, che si fa infinita a gradi 90, ne nasce da ciò una curiosa conseguenza, che la forza necessaria per tenere il globo sospeso in una direzione orizzontale rispetto al centro K , deve essere infinita. Il che coincide co' Teoremi della Catenaria, ed altri di simil genere.

Num.

Num. 140. Per applicar tal Teoria alla nostra valvula, manca ancora la considerazione della sua obliquità, per cui dovendo il fluido operare obliquamente la sua azione, v'è diminuendosi nella ragione de' seni dell'obliquità, che sono i complementi degli angoli di deviazione. Onde per restituire a tal potenza quella forza, che ad essa manca per detta obliquità, conviene accrescerla nella ragion reciproca de' seni dell'obliquità, facendo come il seno della data obliquità al sen totale, così il valore della potenza espresso dalla tangente dell'angolo di deviazione, al quarto termine, che farà la forza del fluido necessaria per sostenere la valvula a quell'angolo di deviazione a dispetto della sua obliquità. Dal che ne nascerà il secondo Teorema da applicarsi alla valvula.

Num. 141. Così starà il peso specifico della valvula alla forza del fluido, che la tien sospesa ad un dato angolo di deviazione, come il seno totale, alla quarta linea di proporzione dopo il seno del complemento dell'angolo già detto, il sen totale, e la tangente dello stesso angolo.

E più semplicemente starà il peso specifico della valvula alla forza del fluido, come il Coseno dell'angolo di deviazione, alla tangente dello stesso angolo.

Poichè sia il peso specifico = P tangente dell'angolo = T

La forza dell'acqua = F

Il sen totale = S , il seno dell'angolo di deviazione = s

Coseno = C farà per il primo Teorema $P : F = S : \frac{ST}{C}$. Onde si dedurrà $P : F = C : T$. E perciò sarà $FC = PT$. Con questa semplicissima equazione, se dall'esperienza sarà dato l'angolo, farà pur dato il valore di C , e di T , ed essendo pur noto il valore di P , si troverà $F = \frac{PT}{C}$.

Y

Cen-

Considerando la forza F , come un peso, dee cercarsi l'altezza del fluido uguale a tal peso, colla base uguale alla valvula ridotta. Dico *ridotta*, perchè essendo essa obliqua, convien diminuir la larghezza, facendo, come $S : C :: L : \text{la larghezza al quarto termine} = \frac{CL}{S}$. Su tal base lasciando interamente la sua lunghezza orizzontale, si troverà

$x = \frac{SA}{PS}$ nella quale secondo il solito si esprime per A l'altezza del braccio cubico, per S la sua superficie, per P il peso di libbre 575, e per S la superficie ridotta della valvula.

Trovato poi il valore di x , la metà del suo Logaritmo, aggiunto al solito il Logaritmo costante, ci somministrerà la velocità, colla quale il fluido ha sospinta la valvula.

Applicazione della presente Teoria a casi particolari.

Num. 141. Per ridurre alla pratica la presente Teoria della valvula, potremo applicarla a qualche caso particolare.

Sia il peso specifico della medesima di libbre 10, e per sicurezza maggiore, meglio sarà il pesar la lamiera dentro dell'acqua.

La lunghezza della valvula sia di un braccio, e la sua altezza di soldi 10, i quali sono opportuni per la sua diminuzione. Facciasi l'angolo di deviazione di gradi 25.



ESEM-

E s e m p i o I.

Sarà il Logaritmo della sua tangente - = 9. 42805.

Il Log. di libbre 10. - = 1.

La somma - = 10. 42805.

Il Log. del seno del complemento - = 9. 98494.

Il suo residuo, cioè F - = 0. 44311,

che sarà di libbre 2. 77. centesime.

Riducendo la superficie della valvula, essa avrà l'altezza di foldi 9. 659. milles. che moltiplicata per la lunghezza di foldi 10. rende foldi quadrati 193. 18. cent.

Così troveremo l'altezza $x = \frac{8000}{575 \times 193.18} F$, che trovasi di 0. 191. mill. di foldo, ed il suo Log. è - = 1. 25211.

Sua metà - = 0. 62605.

Logaritmo costante - = 0. 41461.

Somma - = 1. 04066.

a cui devesi la celerità di foldi 10. 97. cent.

Tale è la velocità dedotta dalla Teoria della valvula idraulica nelle addotte Ipotesi, e nella deviazione di gradi 15.



E S E M P I O 11.

Num. 143. Facciasi l'angolo della deviazione di gradi 75.

Sarà il Log. della tangente - - - - = 10. 57194.

Sarà P=10. Suo Log. - - - - = 1.

11. 57194.

Log. del coseno - - - - - = 9. 42805.

Residuo, cioè F - - - - - = 2. 14389.

a cui si devono libbre 140. prossimamente.

Altezza della valvula ridotta = foldi 2. 58. cent., che moltiplicata per 20. ci dà la superficie di foldi \square 51. 60. cent.

Sarà il Log. di 8000. - - - - - = 3. 90309.

Log. di F - - - - - = 2. 14389.

Somma - - - - - = 6. 04698.

Log. di 575. = 2. 75966. X Log. tutt.° = 4. 47254.

Log. di 51. 58. = 1. 71248.) Residuo = 1. 54444.

Somma - = 4. 47254.

a cui corrispondono foldi 35. 03. cent. = 3. 54444. per le cent.

Metà del Log. - - - - - = 1. 77222.

Log. cost. - - - - - = 0. 41461.

Logaritmo della velocità - - - = 2. 18683. a cui debbono foldi 153. 8. decime, cioè braccia 7. foldi 13. 8. decime per la celerità, che corrisponde a tal'angolo.

Ho apportati questi due esempj, per far vedere nel primo, che l'angolo sensibilissimo di gradi 15. porta per una moltiplica-

derata velocità di circa soldi 11., e che l'angolo assai grande di 75. gradi di deviazione porta una celerità di braccia 7. soldi 13., che difficilmente potrà averla una piena massima di qualunque Fiume.

Che se alcun desiderasse una sensibilità maggiore nella valvula, basterebbe diminuire il suo peso con una lamiera più forte, ed allora per la celerità di braccia 7. soldi 13. ne nascerebbe un angolo maggiore di 75.^o Essendo però in tal caso di piccol peso troppo maggiori le oscillazioni della valvula, che più facilmente ubbidirebbe a qualunque alterazione della corrente, io crederei a proposito il peso di libbre 10., che non sarà tanto oscillante, quanto i pesi minori.

Il trizine della macchinetta a valvula, per misurare le velocità degli Strati più profondi del Fiume.

Num. 144. È stata fin qui immaginata la macchinetta a valvula per indicare le velocità superficiali delle acque correnti, ma essa con diverso telaio, ed apparato può ancora servire per le velocità degli Strati inferiori. Ed a tal'uso potremo in due maniere adattarla. Cioè primieramente per ricavare le velocità degli angoli di deviazione. Ed inoltre per dedurlo col mezzo de' pesi. Il tutto bene si comprenderà colla descrizione dell'indicata macchinetta.

Per la qual cosa sia ABCD (fig. VIII.) un talejo di figura quadrata formato di quercia, per tuffarsi nel fondo del Canale, ed al medesimo dalla parte inferiore si aggiungano quattro puntazze di ferre *ed, ba, gb, fe*, le quali serviranno per ben fermare il Castello, affinchè non vacilli al corso delle acque,

que, che esso dee sostenere. Questo stesso telaio potrà aggravarsi con molto sasso, inchiodando sopra il medesimo una tavoletta, che possa reggerlo. Questa sarà la pianta del nuovo Castello, che va affondata sull'alveo del Fiume.

A detta pianta si raccomandino con buone conficature, ed ancora con quattro squadre di ferro le due colonne EF, HG, le quali in cima siano collegate colla loro traversa GF. Nella parte interna di dette due colonne si scavino due Canaletti da cima a fondo, affinchè per essi possa sdrucchiolare il telaio della valvula, che or ora descriverò. E' rappresentato detto telaio colle lettere IKQR, e resterà inferiormente collegato colla traversa IL, e superiormente coll'altra KO; esso avrà i suoi risalti laterali da combigiare col canaletto delle colonne, affinchè stando queste ben ferme insieme col piede, o pianta AC, il telaio possa scorrere in sù, ed in giù portando seco la valvula di rame, o di ferro TMVZ, la quale dovrà esser con diligenza bilicata con due sottili perni giranti sugli anelletti di ottone collocati in S, R. Accanto al pernio R vi si conficca una puleggia concentrica, alla quale corrisponde un'altra Q, o uguale alla prima, o di minor diametro in quella proporzione, che parrà opportuna.

Raccomandasi all'inferior puleggia R una sottil catenuzza di fili d'ottone, che si nasconda nell'esterior canaletto della puleggia, e di là passando nella puleggia superiore Q, che sarà aggravata di un peso P, che faccia equilibrio colla forza del fluido, comunicherà dalla parte inferiore alla superiore quella forza, che vuol misurarsi col peso P.

Num. 145. Se poi vorrà adoperarsi la valvula per avere gli angoli di deviazione, allora senza alcun peso, in vece della puleg-

puleggia si adatta un cerchio graduato con sua lancetta, affinchè possa indicare fuori dell'acqua quegli angoli di deviazione, che la valvula va pigliando per le diverse impressioni del fluido, che stando per esempio al livello YY tien sommersa la valvula T Z V M.

Descritta così la macchinetta, ciascuno ne comprenderà l'uso. Poichè se voglia essa adoperarsi per mezzo degli angoli di deviazione, si tiene lo stesso metodo, e la stessa Teoria della valvula della fig. VII, col divario soltanto, che laddove questa resta sempre alla superficie del fluido per palesarci la sua velocità a diversi punti della stessa superficie, questa, restando immobile il Castello si fa calare dalla superficie sino al fondo agli Strati, che si verrà, e dagli angoli maggiori, o minori, che la valvula è stretta a pigliare dalle diverse forze del fluido, ci manifesta le sue velocità maggiori, o minori.

Quando però il metodo de' pesi sia preferito a quello degli angoli, allora la valvula dee sempre restare nella sua posizione verticale, alla quale dee tenerla obbligata il peso P, il quale si cresce, o si scema, finchè la valvula a dispetto delle forze del fluido resti in un piano verticale.

Num. 146. In tal metodo però la Teoria è differente per ottenere la velocità, che noi cerchiamo, ma esso è semplicissimo, e cortissimo. Poichè sia il centro di gravità o di grandezza in N, e si conduca la perpendicolare N n fino all'asse della valvula, la linea N farà il vette dei momenti della medesima. Se le due pulegge R, Q sono di ugual diametro, allora ottenuto dall'esperienza il peso P facciasi come la linea N n al semidiametro della puleggia, così il peso P, al quarto termine, che farà il peso ridotto. Essendo data la superficie

cie della valvula, si sciolga il solito problema per trovare la $x = \frac{SA}{P \times S}$ P. Questa farà l'altezza del fluido sopra la base TV.

Alla metà del suo Logaritmo aggiungasi il Logaritmo costante della velocità, e la somma ci palesterà la velocità del fluido equilibrato col peso dell'esperienza.

E S E M P I O I.

Num. 147. Sia la lunghezza TZ della valvula di soldi 20, e la sua altezza MT di soldi 10. La sua superficie s sarà di soldi quadrati 200.

Sia il peso dell'esperienza di libbre 10. E soppongasì il semidiametro delle due pulegge di soldi 2. Si farà adunque come la Nn di soldi 9. al semidiametro di soldi 2, così libbre 10. al quarto termine, che torna di libbre 4. = p .

Sarà il Log. di SA, cioè di 8000. - = 3. 90309.

Log. del peso ridotto = libbre 4. - = 0. 60206.

Somma colla giunta del 2. - - - = 6. 50515.

Log. di 575. = 2. 75966. } Dettraggasi = 5. 06069.

Log. di 200. = 2. 30103. } Residuo = 1. 4446,

Somma - = 5. 06069. } al quale corrisponde l'altezza x di soldi 0. 276.

Metà del Log. - = 0. 72223.

Log. cost. delle vel. = 0. 41461.

Log. della velocità - = 1. 13684. a cui corrisponde la velocità cercata del fluido di soldi 13. 70. cent.

ESIM

E S E M P I O I L

NUM. 148. Sia il peso dell'Esperienza di libbre 100, il peso ridotto sarà di libbre 40. Onde il Logaritmo di x sarà = 2.44446, al quale compete l'altezza di soldi 2.076.

Metà del Logaritmo - - - - - = 1.22223.

Logaritmo costante - - - - - = 0.41461.

Logaritmo della velocità - - - - - = 1.63684,
al quale corrisponde la velocità di soldi - - 43.34. cent.

Ho voluto attecchire questi due esempj per far conoscere l'utilità di questo metodo, e la sua precisione. Poichè dalla velocità di soldi 12.70, per giugnere a quella di soldi 43.34, vi vuole la giunta di libbre 90, e perciò essendo assai sensibile la giunta de' pesi, le velocità potranno ottenersi colle loro frazioni.

Se i pernj delle due pulegge si facciano fortissimi in pironi de' diametri delle pulegge, che si possono ingrandire quando si vorrà, le resistenze saranno assai tenui. Se il telaio della Ventola si faccia assai largo in modo tale, che esso dalla Ventola sia molto distante, poco dee temersi dell'urto del fluido sulle due colonne, e sul telaio. Al peso può sostituirsi una piccola Stadera di esatto lavoro, affinchè col solo moto del suo romano, possa conoscersi agevolmente il peso dell'equilibrio. La valvula può farsi leggerissima, e poco più che della gravità specifica dell'acqua, affinchè non graviti sulle sue impetature. Sottili pure siano i pernj, come già è stato avvertito.

Per avere una certezza del suo stato verticale, quando essa è sul fondo del Fiume, alla superior puleggia potrà rac-

Z

coman-

comandarli una lancetta, che con un cerchio concentrico, provato bene prima delle sperimente, e fuori dell'acqua, rilevi il punto della sua posizion verticale.

La catenuzza può nascondersi dentro un Canaletto, affinchè non risenta alcuna impressione dal fluido. In una parola, questa macchinetta è in grado di esser molto perfezionata, ed applicata con buon criterio alla misura delle velocità degli Strati profondi del fluido.

Se parebbe cosa incomoda, che la puleggia, ed il peso fosse nel telaio in *Q*, *P*, che si va alzando, ed abbassando, potrà l'una, e l'altro collocarsi ugualmente in *F*, cioè nell'estremità superiore di una delle due colognette.

Per facilitare l'uso, e le sperimente di questa macchinetta, ho pensato di formare l'ingiunta Tavola, nella quale ingrandisco il semidiametro della puleggia *R*, a soldi $2\frac{1}{2}$, e così essendo la metà della leva *Nn*, il peso ridotto farà la metà del peso sperimentale. Vi sarà il vantaggio di scemar sempre più le resistenze del petnio, collocando una piccola Sradera sulla testata *F*, cesserà la resistenza della seconda puleggia.



Num.

Num. 149. *Tavola de' pesi aggravati sulla valvola da libbra 1.
fino a libbre 100. per dedurne le velocità competenti
a detti pesi nella percossa perpendicolare del fluido.*

Libbre	Cadute Soldi Cent.		Velocità Soldi Cent.		Libbre	Cadute Soldi Cent.		Velocità Soldi Cent.	
1.	0.	03.	4.	85.	26.	0.	96.	25.	57.
2.	0.	07.	7.	09.	27.	0.	98.	25.	95.
3.	0.	11.	8.	88.	28.	1.	04.	26.	53.
4.	0.	14.	10.	03.	29.	1.	08.	27.	00.
5.	0.	18.	11.	21.	30.	1.	12.	27.	04.
6.	0.	22.	12.	28.	31.	1.	15.	27.	09.
7.	0.	26.	13.	27.	32.	1.	19.	28.	03.
8.	0.	29.	14.	19.	33.	1.	23.	28.	08.
9.	0.	33.	15.	05.	34.	1.	26.	29.	03.
10.	0.	37.	15.	86.	35.	1.	30.	29.	07.
11.	0.	41.	16.	63.	36.	1.	34.	30.	01.
12.	0.	44.	17.	37.	37.	1.	38.	30.	50.
13.	0.	48.	18.	08.	38.	1.	42.	30.	92.
14.	0.	52.	18.	76.	39.	1.	46.	31.	32.
15.	0.	56.	19.	42.	40.	1.	49.	31.	72.
16.	0.	59.	20.	06.	41.	1.	53.	32.	11.
17.	0.	63.	20.	68.	42.	1.	56.	32.	50.
18.	0.	67.	21.	28.	43.	1.	60.	32.	89.
19.	0.	70.	21.	86.	44.	1.	64.	33.	27.
20.	0.	74.	22.	43.	45.	1.	68.	33.	65.
21.	0.	78.	22.	98.	46.	1.	72.	34.	01.
22.	0.	82.	23.	52.	47.	1.	76.	34.	38.
23.	0.	85.	24.	05.	48.	1.	79.	34.	75.
24.	0.	89.	24.	57.	49.	1.	83.	25.	11.
25.	0.	93.	25.	07.	50.	1.	87.	25.	46.

Lobster	Cedars		Palmers		Lobster	Cedars		Palmers	
	Sold	Cent.	Sold	Cent.		Sold	Cent.	Sold	Cent.
51.	1.	90.	35.	81.	76.	2.	84.	43.	72.
52.	1.	94.	36.	16.	77.	2.	87.	44.	01.
53.	1.	98.	36.	51.	78.	2.	91.	44.	29.
54.	2.	01.	36.	85.	79.	2.	94.	44.	53.
55.	2.	05.	37.	19.	80.	2.	98.	44.	86.
56.	2.	08.	37.	53.	81.	3.	01.	45.	14.
57.	2.	12.	37.	87.	82.	2.	05.	45.	42.
58.	2.	16.	38.	19.	83.	3.	09.	45.	69.
59.	2.	20.	38.	53.	84.	2.	13.	45.	97.
60.	2.	23.	38.	85.	85.	3.	17.	46.	24.
61.	2.	27.	39.	17.	86.	3.	21.	46.	51.
62.	2.	31.	39.	49.	87.	3.	24.	46.	78.
63.	2.	35.	38.	81.	88.	3.	28.	47.	05.
64.	2.	38.	40.	12.	89.	3.	31.	47.	31.
65.	2.	42.	40.	43.	90.	3.	35.	47.	58.
66.	2.	46.	40.	74.	91.	3.	39.	47.	84.
67.	2.	50.	41.	05.	92.	2.	43.	48.	12.
68.	2.	53.	41.	36.	93.	3.	46.	48.	37.
69.	2.	57.	41.	66.	94.	3.	50.	48.	62.
70.	2.	61.	41.	96.	95.	3.	54.	48.	88.
71.	2.	65.	42.	26.	96.	3.	57.	49.	14.
72.	2.	68.	42.	55.	97.	3.	61.	49.	39.
73.	2.	72.	42.	86.	98.	3.	65.	49.	65.
74.	2.	76.	43.	15.	99.	3.	69.	49.	90.
75.	2.	80.	43.	44.	100.	3.	73.	50.	15.

Uso della Tavola.

Num. 150. Avendo costruito una valvula delle descritte dimensioni; cioè di lunghezza TZ di soldi 20; altezza nm di soldi 10; semid. della puleggia R di soldi $2\frac{1}{2}$; puleggia superiore uguale all'inferiore, e facendo le sperienze in modo, che il peso P corrisponda alla posizione verticale della valvula, allora avendo il peso dell'esperienza, nella Tavola si troverà in faccia, prima l'altezza del fluido x , e poi la sua velocità. Paragonando questa alla velocità superficiale del Galleggiante, avremo un riscontro della prima. E se il peso dell'esperienza avrà delle frazioni di libbre, una simil frazione si piglierà tralla velocità antecedente, e la susseguente secondo il solito.

Terza metodo per dedurre le velocità dalla spinta del fluido sopra un piano, che muovesi con moto parallelo.

Num. 151. Tanto la Ventola Idraulica, quanto la valvula dianzi descritta anno il loro moto angolare, come quello, che si fa attorno ad un Asse centrale. Ma vi è un altro metodo, di collocar talmente una data superficie in faccia al fluido sopravvegnaente, che il moto di detta superficie sia sempre parallelo a se medesimo. Sarà ben fatto il mettere al cimento ancora questo terzo metodo, che forse farà giovevole in circostanze non molto adatte ai due primi metodi. Per concepire una giusta idea, sia $ABDE$ una placca di rame, o di ottone, o di figura rettangola, come la rappresenta la fig. IX., ovvero di figura circolare, come potrebbe farsi. Alle quattro estre-

estremità di detta placca, si saldino quattro colonnine di ottone A a, B b, D d, E e, le quali debban passare e sdruciolare su quattro cannelli piantati nella Tavola G H I L, in modo tale, che la placca non possa fare altro moto, fuori di quello, che sempre si mantenga parallelo a se medesimo. I cannelli piantati ne' quattro punti a, b, d, e, faranno di tal lunghezza, e così ben lavorati, e levigati interiormente, che tal moto parallelo facciasi senza intoppo, e senza sensibil resistenza.

Indi nel centro K della placca si saldi un altro colonnino K O, ed all'estremità O vi sia un occhio, che possa ricevere una funicella di giusta grossezza. Sia piantata in M N una puleggia, che nel suo canaleto scavato sulla sua periferia possa accogliere detta funicella, per trasmetterla in alto, e fuori dell'acqua in un palco, che sia ben fermo sopra le ripe del Canale. In essi sia collocata una seconda puleggia P p, che porti il peso P, il qual faccia equilibrio colla forza, che il fluido imprimerà alla placca A B D E. In vece del peso vi si potrà collocare una esatta bilancia. Anzi assai più commodamente farebbe una bilancia fatta a molla spirale, che essendo tratta all'insuora colla forza del fluido, ci potrà manifestare il peso equivalente alla forza della corrente. Così non altera resistenza vi farà, che quella della puleggia M N, che per diminuire tal resistenza potremo farla del diametro, che più ci aggraderà.

E' assai semplice l'uso di questa terza macchinetta. Potchè facendo il fluido la sua forza perpendicolare sulla placca, essa col suo colonnino centrale tenderà ad accostarsi alla Tavoleta G H I L. Onde allora la funicella attaccata in O si allungherà, ed in tale allungamento farà girare la puleggia M N,

la

In quale comunicherà il suo moto all'altra superiore Pp, e siccome al moto di questa resiste il peso attaccato P, esso potrà tanto aumentarsi, finchè equilibrandosi colla forza opposta del fluido, si ha il moto della placca, giacchè dandosi l'equilibrio in tal caso, il suo moto deve cessare. Dal valore del peso P si potrà adunque venire in cognizione della forza della corrente, e da questa della velocità, che si domanda.

Non sarà meno semplice la Teoria per dedurre la velocità; Poichè nel caso, che i semidiametri delle due pulegge siano uguali, il peso P sarà uguale alla somma della forza del fluido, e delle resistenze. Onde tolte queste, resterà il peso ridotto. E così data la superficie della placca, si dedurrà al solito il valore di x , e poi col solito Logaritmo il valore della velocità.

Io ho rappresentati i quattro colonnini di lunghezza eccessiva, per far vedere la figura interna della macchina, ma realmente la loro lunghezza serve che sia di soli tre foldi.

La placca nelle ordinarie sperienze potrà farsi di un mezzo braccio in quadro, che sarà di foldi \square 100. Ma si farà maggiore nelle sperienze più delicate. In vece di funicella, che è soggetta agli allungamenti, ed alle contrazioni, si potrà adoperare una catenuzza di maglie d'ottone bene intessuta. Tralascio altre precauzioni, che sovengono facilmente ad un genio meccanico.



*Uso della terza macchinetta per la misura
del viaggio Marittimo.*

Num. 152. In rapporto a questa terza macchinetta Idraulica, mi sia permessa una digressione. Io son persuaso, che di tutti i mezzi Meccanici, che sono stati immaginati fin' ora, il più adattato per conoscere la velocità colla quale cammina un Vascello, sia appunto questa macchinetta, purchè sia bene adattata, e ben corredata con ogni destrezza dell'artefice. Poichè essa può stare a qualunque profondità del Vascello. Niente importa, che questo pieghi colle sue Vele, giacchè il fluido urterà nella placca, o essa sia, o in una posizione, o in un'altra, purchè sia verticale il suo piano. E se ancora questo sia alquanto obliquo, la variazione è assai tenue. La Prua del Bastimento va sempre ad urtare nel fluido, e le sue spume dimostrano la sua altezza relativa alla velocità. Ma finora questo rigonfiamento di onde, e di spume Marine è stato inutile. Applicandosi la presente macchinetta, ed osservando in un piano elevato della Prua il peso equivalente all'impressione del Vascello sul Mare, esso ne additerà la velocità della medesima.

Il Lok, che si adopera è una misura troppo fallace del viaggio del Vascello.

Il Sifone del Pitot non è in alcun conto praticabile in qualunque ondeggiamento.

Il Quadrante Idraulico soffre le stesse difficoltà.

La Ventola Idraulica, e la valvula, non reggono neppur esse all'ondeggiamento del Mare.

Que-

Questo però qualunque siasi, la Prua del Vascello corre sempre immersa nel fluido fino ad un certo punto. Se a tal punto si accomodi la Placca Idraulica, essa farà sempre urta-
ta dalle acque. Il loro ondeggiamento fa un oscillazione nella
forza, e nel peso, ma di tale oscillazione ne potremo sempre
osservare il centro, o il punto intermedio senza grande errore.

Quando il Bastimento oltre al moto diretto che è paral-
lelo alla Chiglia, avesse un moto laterale con un'altra Placca
preseptata al fianco del Bastimento, potrà averli una qualche
misura di questo moto, la quale combinandola col primo, po-
trà darci la Diagonale del Parallelogrammo, che rappresenti
co' suoi lati i detti due moti; E combinando insieme l'angolo
di tal Diagonale co' cerchj paralleli, o co' Meridiani locali, si
determina ugualmente il punto della latitudine, e longitudine
Geografica, sul quale trovasi il Vascello in un dato tempo.

Non possono abbastanza commendarsi gli sforzi degli
Astronomi, e de' Meccanici fatti fin' ora per determinare il
punto del viaggio Marittimo di un Vascello.

Num. 153. A tre riduconsi i metodi tentati finora. Il pri-
mo consiste nelle osservazioni Astronomiche, o de' Satelliti Gio-
viali, o delle distanze delle Stelle fisse dagli orli Lunari. Le
osservazioni de' Satelliti spesso mancano, perchè ne' tempi op-
portuni i detti Pianeti non son visibili sopra un dato Orizzon-
te, spesso le caligini, ed i nuvoli ne sottraggono l'aspetto dal
Nocchiere. Quasi lo stesso può dirsi delle osservazioni Lunari.
Le Tavole de' Satelliti, e della Luna, che è il nostro Satelli-
te, non son ancora ridotte alla perfezione necessaria.

Esigono tali osservazioni un mezzo Astronomo, e non so,
se tanti se ne troveranno in tante migliaja di Bastimenti, che

A a

navi-

navigano su Mari del nostro Globo. Si rintracciano ancora gli ordegni, e strumenti adattati a tale impresa, e sospesi talmente, che l'osservatore sia in grado di bene osservare. Tutti questi rischii mi fanno dubitare, se una volta si giugnerà coll' Astronomia a dare a' Nocchieri una regola a tutti adattata, per conoscere la posizione de' loro Vascelli.

Num. 154. Il secondo metodo consiste nella giusta misura del tempo, per cui tanto si è studiato, e si studia sugli Oruoli detti delle *Longitudini*. Non son piccoli i progredi di questo metodo, e di queste macchine in pochi anni di tempo, ne' quali gli eccellenti Meccanici Harisson, le Roi, Bertrond, ed altri hanno fatti grandi avviamenti nell'esattezza di tali macchine. Esse stanno ancora sotto l'esame, e quando uno, o due eccellenti Artefici possan giugnere ad una giusta esattezza, non si sa se gli Artefici mediocri sian capaci di eseguirle, senza di che non potrebbe averli quella quantità di macchine necessarie alla marina de' Regni, e delle Nazioni commercianti. Oltre di che, con tali macchine noi non abbiamo altra misura che quella della longitudine. La latitudine, che pur essa è indispensabile dobbiamo ripeterla dalle osservazioni celesti. E benchè queste latitudini nel suo genere sieno assai più facili delle longitudini, pure qualche errore s'insinua nella stima del Mezzogiorno, e delle declinazioni Solari.

Se l'aspetto libero del Cielo sia sottratto al Nocchiere per qualche giorno, egli non ha modo di supplire all'elemento delle latitudini, e così la misura del tempo, benchè meno erronea, non determina il punto del suo viaggio.

Num. 155. Le velocità de' Vascelli, nelle quali consiste il terzo metodo, possono sempre osservarsi a qualunque tempo
oscu-

oscuro, e nuvoloso. Il Rombo, sul quale essi navigano ci vien palefato dalla Bussola. Onde perfezionando questo metodo, che è facilissimo a tutti i Nocchieri, e che sempre è nelle loro mani, potremo sperare di giugnere all'intento del Problema Navico, con maggior generalità, e semplicità.

Io non intendo di derogar punto agli altri due metodi, ma intendo solo, che mentre con tanto dispendio, e con tanti sforzi dell'umano talento, procurasi di avanzare il metodo Astronomico, e l'altro Meccanico sulle longitudini, non si trascuri il terzo metodo pur Meccanico, consistente nelle migliori macchine, e compensi per ottenere la velocità del Vascello, ed il Rombo, sul quale esso viaggia. Con tali due Elementi, senza alcuna osservazione Astronomica, potranno i Nocchieri determinare nelle loro Carte Marine il punto dove trovasi il loro Bastimento, il qual punto unisce insieme la misura della latitudine, e longitudine Geografica. Intendo di persuadere, che questo terzo metodo è suscettibile di ulterior precisione, non meno de' primi due. Ed ardisco ancora sperare, che quando gli stessi premj, e ricompense, e le stesse somme di danaro s'iano impiegate per questo terzo metodo, forse esso, almeno per la sua generalità, e per la facilità possa esser prescelto sopra i primi due.

Nuove avvertenze per meglio adattare la Lamina Idraulica all'uso del viaggio Marittimo.

Num. 156. La perfezione di tutte l'idee meccaniche consiste assai più nel bene, e commodamente adattare alle circostanze, e perciò avendo io parlato dell'applicazione al viaggio

A a 2

Marit-

Marittimo, credo ben fatto di avvertite parecchie riduzioni alla Placca per adattarla a Bastimenti.

E primieramente a tal'effetto sceglierei la figura circolare del diametro almeno di soldi 10, il quale potrà ingrandirsi, se tornerà bene in qualunque maggior proporzione.

In vece de' pcfi, che colle loro oscillazioni ne' gran moti del Bastimento farebbono una non piccola difficoltà, pianterei in quattro punti della placca circolare quattro molle spirali macistevolmente lavorare, e di uguali grossezze, e resistenze, le quali circondando le colonnette, dovessero ristringersi, e serrarsi all'impulsi del Bastimento, cioè alle rispettive forze del fluido Marino.

Accostandosi adunque la Placca circolare tanto più alla Tavola pur circolare, che la sostiene, quanto è maggiore la celerità del Vascello, potremo attaccare nel centro della placca nella sua interior superficie la catenazza di ottone, che passasse per la puleggia, e di là rivoltesse il moto all'insù, per passare in un cilindretto, ed avvolgersi al medesimo. Nel serrarsi, o allentarsi le spirali, tal cilindretto si rivolgerebbe all'innanzi, o all'indietro. Se adunque al suo Asse si accomodi una lancetta, ed a questa corrisponda una fascia circolare divisa in 100, o più parti, il viaggio della detta lancetta indicherà il restringimento, o dilatazione delle molle spirali, e perciò le forze da esse impiegate in tali azioni. Se la placca inferiore si unisca coll'indice superiore per mezzo di un'asta quadrata di giusta lunghezza, e se tal asta si accomodi alla Prua del Vascello in una traccia verticale a seconda di essa, si potrà la macchinetta abbassare più, o meno nella superficie del Mare, secondo la maggiore, o minore altezza del Bastimento.

Ques-

Quando la Placca farà stabilmente tuffata nel Mare, colla resistenza, che il fluido farà, comprimerà le molle spirali, e tal compressione farà esattamente misurata nel cerchio superiore col mezzo della sua lancetta, alla quale in una Tavoletta apposta calcolata, corrisponderà la velocità del Bastimento in quella data compressione.

E se dalla Prua vorrà trasportarsi questo nuovo Lok alla banda del Bastimento opposta alla direzione del vento laterale, collocando ancor ivi la traccia regolatrice per farvi correr l'asta della Placca, indicherà così il moto laterale, che col moto diretto ci darà la diagonale del moto composto. Nella *fig. X.* vien rappresentata la macchinetta applicata alla Prua di un Bastimento.

In essa i quattro colonnioni circondati colle molle spirali, sono Aa, Bb, Cc, Dd; Al centro K è attaccata la catenuzza KR, la quale passa per la puleggia R V.

ST farà l'asta quadrata di legno, che s'incanala in una traccia scavata sulla Prua del Bastimento FE. Alla superiore estremità dell'asta vi è attaccata la mostra delle velocità TIML, colle sue divisioni, che saranno indicate dalla lancetta LI, che è concentrica al cilindretto G, che riceve il moto dall'inferior puleggia.

Prima di adoperare questa macchinetta in Mare, si misura la forza delle molle spirali, facendole grado per grado comprimere a forza di un peso, che sarà equivalente alla forza del fluido, e dependentemente da diversi pesi, si seguano le divisioni nella mostra delle velocità, le quali saranno inuguali, cioè minori nelle maggiori velocità. Quando la mostra farà così graduata, allora se ne fanno le prove in Mare.

Essen-

Essendo le acque Marine di maggiore specifica gravità, che le piovane, a motivo della loro falsedine, il peso P della solita formola sarà maggiore di libbre 575, ma tal numero dovrà accrescersi nella ragione del 40:41, che è la comune proporzione delle specifiche gravità dell'acqua piovana all'acqua del Mare. E se vi sono de' Mari (come realmente accade) ne' quali tal proporzione è maggiore, o minore, potrà fissarsi la specifica gravità coll'immediata esperienza.

In qual modo la Ventola Idraulica può servire per la stima del viaggio Marittimo.

Num. 157. L'uso della Ventola Idraulica alla superficie del Mare, ed alla Prua del Bastimento non è praticabile per il grande ondeggiamento del Mare, e per l'oscillazione del Bastimento. Ma mi pare, che così non debba succedere, quando essa sia collocata sotto il centro del Bastimento, e sotto la Nave medesima. Non vi è punto in tutto il Vascello, fuorchè quello del suo centro di gravità, dove il movimento, e l'oscillazione sia minore. Inoltre sotto il Bastimento non vi son certamente gli ondeggiamenti de' flutti vicini alla superficie. Per la qual cosa potrebbe tentarsi di collocare la Ventola $HhpP$ sotto la Nave nel punto, che corrisponde alla verticale del centro di gravità. Può piantarsi solidamente alla Chiglia un bracciuolo QP , che col suo rullino riceva il pernio dell'albero. L'albero si fa passare dentro il Bastimento, ben difeso da un concauo cilindrico scavato in un dirittissimo pino, all'uso delle Trombe Marine. Un tal cilindro di pino impedisce il passaggio delle acque dentro la Nave, giacchè essendo esso

ben

ben commesso col fondo del Bastimento, e con esso calafata-
to, e facendosi la sua lunghezza PX superiore alla superficie
del Mare, resterà nel suo interior Nucleo racchiusa l'acqua del
Mare, ed insieme l'Albero della Ventola. Nell'estremità su-
periore di questo si colloca il suo pernio, e concentrico ad esso
un arco circolare XZ , col suo Caualetto nell'esterior circon-
ferenza.

Si adatta alla stessa altezza una di quelle Stadere, che son
formate a molla spirale OQ , ed avvolgeudo una funicella al
menzionato Canaletto, essa si porta all'uncino di detta Stade-
ra, tirando tanto la funicella, che la Ventola sia nella dire-
zione perpendicolare alla direzione del Bastimento. E siccome
essa in tale stato risente l'urto perpendicolare del fluido, di
tal urto essa ne dà ragguglio colla Stadera elastica, la quale
mostrerà i pesi maggiori nelle maggiori velocità, ed i minori
nelle minori.

Tali pesi si riducono al solito secondo le Teorie della
Ventola, e si avranno le velocità del Bastimento, come nell'
Articolo I.

Mi servirà di aver accennato tal Meccanismo, e quando
con essa si pervenisse alla stima della celerità con quella pre-
cisione delle mie sperienze, molte delle quali non contengono
l'errore di una parte cinquantesima, sessagesima, ed ancora
centesima della vera velocità, questo non sarebbe un piccol
guadagno, giacchè troppo maggiori sono gli errori de' metodi
ordinarij.

Fatte l'esperienze con detta Ventola, essa si abbandona a
se medesima, e così giacerà addosso alla Chiglia a seconda del-
la direzione del Bastimento, e del suo viaggio.

Trop-

Troppo vi vorrebbe per annoverare, e spiegare le più particolari diligenze, che vi bisognerebbe per la perfetta riuscita, ma servirà l'idea generale, affinchè i Meccanici dell'Architettura Nautica suppliscano al rimanente. . . .

(1. Non potendosi il presente meccanismo ben rappresentare dentro il corpo del Bastimento dalla fig. X., ho procurato di esprimerlo meglio nella fig. XVII., nella quale con maggior proporzione viene espressa la Ventola, l'albero, la puleggia, il semicircolo graduato, e finalmente la Stradera elastica, che dà misura all'impulso del fluido.

(2. Mi giova finalmente avvertire, che il piano della Chiglia esposto alle acque del Mare è ordinariamente di tale altezza, che supera i soldi 10. della Ventola. Onde il suo bracciolo, e la Ventola stessa non dovrà sporgere più in giù di quello, che fa la Chiglia ordinaria del Bastimento, che è cosa assai utile, per ben conservare la Ventola, che vuol farsi di lista di trame di soldi 10. di altezza, e no di lunghezza, che così ella sarà sensibilissima per indicare le più piccole velocità, e loro frazioni.

(3. Num. 158. Prima di passare all'altro Articolo non ometterò, che potrebbero insieme combinarsi le due idee applicate alla misura del viaggio Marittimo, riunendole in una sola, che forse sarebbe più giovevole all'intento. Potrebbe adunque sotto la carena del Bastimento accomodarsi un Canale quadrato di tavoloni di quercia, che fosse così ben commesso sul fondo della carena, e si ben calafatato in tutta la sua altezza sopra il livello del Mare, che tal Canale avesse internamente la comunicazione libera colle acque del Mare. Ma esternamente niente comunicasse col Bastimento, facendo tal Canale di

di figura quadrata, e di lato maggiore di soldi 10, ci somministrerà il vantaggio di poter calare sul fondo del Mare la prima macchinetta ABCD, per fare le opportune sperienze delle velocità, e poi ritirarla all'insù colla sua Asta già descritta. Potrebbe la stessa Placca voltarsi per esaminare il moto laterale del Bastimento, o a destra, o a sinistra. Essa non sarebbe obbligata, come la Ventola a star sempre sul fondo del Vascello, ma fatte le opportune sperienze, potrebbe mettersi fuori dell'acqua, e racconciarsi, quando ne venisse il bisogno.

E' vero che questo concerto esige nel Vascello il lavoro del Canale di quercia dalla carena fino al secondo Ponte, che forse imbroglierebbe i soliti costruttori, ma egli è altresì innegabile, che essendo questo il mezzo per misurare il moto del Bastimento con oscillazioni molto minori, che verso la superficie del Mare, e che essendo questa ricerca di una indicibile utilità per la sicurezza de' Bastimenti, non va tralasciata nè spesa, nè diligenza per tentare ancor questo metodo.





A R T I C O L O III.

Se un ostacolo di costante superficie sia percosso dal fluido con velocità costante, ricercasi se le forze vive del fluido, o le resistenze del solido collocato a diversi angoli di obliquità debbano valutarfi nella ragion semplice, o nella duplicata de' Seni di detti Angoli.

Num. 159. E' Stato dimostrato nell' Articolo I., e II. del presente libro come debbano stimarsi le forze del fluido applicato con direzione perpendicolare alla superficie dell' ostacolo, ed in conseguenza qual debba esser la resistenza di questo, per resistere alle forze delle acque. La Teoria, e l'esperienza in questa parte sono d'accordo, giacchè tanto la prima, che la seconda valutano tali resistenze col peso dello stesso fluido, che abbia per base la superficie dell' ostacolo, e per altezza quella, che nasce dalla velocità dello stesso fluido, cioè quella, che è necessaria per generare tal velocità.

Ma importa assaiissimo il valutar le forze, e le rispettive resistenze dell' ostacolo, quando esso si oppone alla corrente con obliqua direzione. Anzi questo è il caso più ordinario delle resistenze, che si collocano sulle ripe de' nostri Fiumi per impedirne le corrosioni, e le rovine delle adiacenti Campagne. Poichè si scansa, e si deve scansare la maggior energia del Fiume, tagliando la sua forza con quell' obliquità di lavori, che si confa colle attuali circostanze, e giro delle ripe.

Prima

Prima di produrre le numerose sperienze da me fatte, per determinare il vero operare della natura ne' nostri Fiumi, e Canali, sarà necessario di premettere i principj Meccanici sopra tal parte d'Idrodinamica.

Num. 160. Sia in primo luogo un globuletto G (fig. XI.) di que' piccolissimi, de' quali si concepisce composta una qualunque massa di fluido, il quale percuote un ostacolo, ora al punto A con direzione perpendicolare all'ostacolo CP, ora sul punto B sull'ostacolo obliquo CH, ed ora sul punto D dell'altra obliquità CI. E' manifesto, che mantenendosi costante il detto globuletto, la sua percosso perpendicolare si esprime col seno totale CP, che è il semidiametro dell'ostacolo, che va pigliando diversi angoli attorno al centro comune C, e che percuotendo esso l'ostacolo obliquo CH, CI, ec. la sua energia dee stimarsi col seno CE, CF ec. Questi sono i seni degli angoli CHE, CIE, che sono i coseni degli angoli HCP, ICP obliquità dell'ostacolo. La ragione, che se ne apporta è appoggiata alla solita legge Meccanica intorno alla decomposizione de' moti. Poichè si pigli una linea qualunque DN nella direzione del globuletto, e dal punto N si concepisca la normale NH alla superficie dell'ostacolo. La diagonale DN ci esprimerà la forza del globulo, quando percuote perpendicolarmente l'ostacolo, il lato NH ci rappresenta il lato, o la porzion di forza perpendicolare all'ostacolo obliquo, ed il lato DH ci palesa la forza parallela all'ostacolo. Ma questa nulla agisce contro il medesimo, onde la sola forza che opera sarà espressa dal lato NH, seno dell'angolo HDN, uguale all'angolo CIE coseno dell'angolo dell'obliquità. Indi dunque ha origine il Teorema Meccanico di un solido di massa costan-

B b 2

te,

te, che urta un ostacolo con data obliquità, cioè, che le sue forze siano in ragion diretta de' coseni degli angoli di obliquità.

Tale è all'incirca il raziocinio di quegli Autori, che nei loro computi si vagliono del detto Teorema. Del medesimo si prevale il Sig. 'sGravesande ne' suoi Elementi della Fisica, e specialmente nel suo Libro III. Cap. XV. N.º 1885. dove parla della resistenza, che soffrono i corpi mossi ne' fluidi. Si oppone a tal sentimento il Sig. D' Alembert (a), il quale impugna la dimostrazione del Sig. 'sGravesande, intorno alla rispettiva resistenza de' globi, e de' cilindri dello stesso diametro. Una tal proporzione comunemente si fa da Geometri, e specialmente dall' Ehlers, e dallo stesso D' Alembert, nella ragione del 1. al 2., e secondo i principj del Sig. 'sGravesande sarebbe nella ragione del 2. al 3. Un tal divario nasce, perchè i primi Autori suppongono l'azione del fluido in ragion composta del lato della curva, e del quadrato del seno d'incidenza, ed al contrario il Sig. 'sGravesande adopera il semplice seno di detta incidenza. Per altro è ben da notarsi, che non solo la Teoria del Sig. 'sGravesande, ma eziandio le numerose sue sperienze provano la proporzione del 2. al 3. tra la resistenza del globo, e del cilindro, e perciò dette sperienze proverebbero, che il Teorema de' semplici seni corrispondesse alla prova degli esperimenti. Realmente però un tal Teorema non corrisponde ad altre sperienze, come si dirà.

Benchè alcuna volta si dica, che le forze sieguano la ragione de' seni degli angoli di obliquità, pure per parlare con maggior rigore, l'angolo dell'obliquità dee dirsi l'angolo centrale

(a) Alla pag. 87. nel suo Opuscolo Essai d'une Nouvelle Théorie de la résistance des fluides.

trale HCP, e non già l'angolo CHE, che regola i seni CF, CF ec.

Num. 161. Or se si abbia in considerazione non già un globuletto G, ma una serie di globuletti uguali disposti per tutta la linea cp, il numero de' medesimi non sarà costante, ma sarà il massimo, quando l'ostacolo è nella direzione perpendicolare CP, ma nelle altre oblique direzioni CH, CI ec. Tirando le linee parallele He, If ec. il loro numero anderà scemando a misura, che colle maggiori obliquità scemano i globuletti che si troveranno in ce, in cf ec. Indi è che la massa di tutti i globuletti, che vanno percuotendo l'ostacolo obliquo, tanto più scemano, quanto più cresce l'obliquità, e siccome la loro diminuzione siegue la ragione de' coseni degli angoli di obliquità, ne viene in conseguenza, che la percossa, che riceve tutto l'ostacolo obliquo, per esempio CH, sarà in ragion duplicata de' coseni di detti angoli, giacchè per l'obliquità della percossa, ciascuno di essi imprime la sua forza nella ragione de' coseni, ed il suo numero è nella stessa ragione. Onde valutandosi la forza in ragion composta dalla massa, e dal coseno dell'angolo obliquo, ne nascerebbe la ragion duplicata.

Le linee cp, cf sono come ognun sa le larghezze delle Sezioni di un Fiume. Onde scemando tali larghezze, e le forze del fluido percuotendo obliquamente, ne verrebbe la stessa ragion duplicata.

Num. 162. Così parrebbe a prima vista, e tal'è l'opinione di riguardevoli Scrittori (a) ma esaminando più profondamente

(a) Veggasi la Fisica del Sig. Abate de Sauvy al Tom. I. pag. 242. Il Sig. D'Alembert nel citato Opuscolo alla pag. 89. come pure il Sig. Eulero nella sua Teoria della Costruzione, e maneggio de' Bastimenti Parte II. Cap. I. §. VI.

mente la cosa, essa va altrimenti. Il tutto dipende dalla natura del fluido, il quale è composto di un numero quasi infinito di globuletti piccolissimi, che non lasciano intervallo tra l'uno, e l'altro, come lo lasciano i globuletti di sensibili diametri, quando essi percuotono sull'ostacolo obliquo CI. In questo per così dire i globuli riempiono, e toccano tutta la linea CI, e sono in maggior numero nella ragione della linea, o sia coseno CF, alla linea obliqua CI. Onde su tal linea obliqua il numero de' globuletti percuotenti cresce nella ragione della CF, alla CI, e l'attività de' medesimi diminuisce nella ragione della CI, alla CF. Onde la forza, che i globuletti fanno sulla CI è composta della diretta, e della reciproca della CI, alla CF. E perciò la stessa forza si eserciterà con direzione obliqua sull'obliquità CI, che è con direzione perpendicolare sul coseno CF, cioè le forze faranno, come i coseni degli angoli di obliquità. Per rendere la cosa più sensibile si concepisca il piano obliquo CI diviso in infiniti pianetti verticali mn, nn, oo ec. distanti colle rispettive Orizzontali. E' evidente, che la somma di tutti questi pianetti è uguale al piano, o coseno CF. Non è meno evidente, che il fluido percuoterà perpendicolarmente ciascuno di questi pianetti. Onde la somma di tali percolse uguaglierà le percolse pur perpendicolari del coseno CF, ed in conseguenza la forza, che eserciterà il fluido sul coseno CF sarà uguale alla forza colla quale urtano il piano obliquo, considerando gli urti in un senso perpendicolare all'obliquità. Questa sembra la più giusta Teoria delle forze del fluido, e resistenza del solido obliquamente collocato alla corrente delle acque. Val però tal idea ogni volta, che il fluido non imprime l'ostacolo altri mo-
ti

ti fuorchè la sola percossa. Ma realmente i moti del fluido son tanto diversi, e tanto composti agli occhi di chi ne osserva attentamente i fenomeni, che rendesi ancor dubbiosa la Teoria. La qual sarebbe verissima, se il fluido dopo la percossa restasse, per così dire annientato. Ma esso sempre sussiste, ed impressa la sua forza sull'ostacolo obliquo, convien che lungo esso trascorra, e dietro al medesimo si aggiri vorticoso, per dar luogo alle acque sopravvenienti. Sia un ostacolo qualunque obliquo, che riceva le percosse delle acque correnti. Si osservano attorno al medesimo i seguenti curiosi fenomeni. Primieramente vi è una corrente, che dal lato BC si porta verso il lato esteriore AD. Io secondo luogo dietro a tali lati il moto diretto volgesi in vorticoso, formandosi due vortici dietro all'ostacolo dietro al suo lato superiore, come Bbb, ed un secondo dietro all'ostacolo esteriore, come Aaa.

Num. 163. Inoltre le acque, che si portano all'ostacolo lo percuotono con linee curve Mmm', Nnn', non potendo mai i fili delle acque formare angoli. E tali curve, quanto più si allontanano dall'ostacolo, tanto più raddolciscono, ed addirizzano le loro curvità. Qual sia il risultato di tutti questi moti, o curvilinei, o vorticosi, o paralleli all'ostacolo, non vi è Meccanica, che possa dimostrarlo, e perciò in tal Teorema delle forze applicate agli ostacoli obliqui, io non credo, che altro vi sia, che l'esperienza, che possa deciderlo.

Num. 164. Affai più regolari sono le percosse perpendicolari. Poichè il fluido, che agisce con tal direzione, impresso che abbia il suo moto, scappa per tutte le parti ugualmente. E si fa una corrente, per dir così bilanciata a destra, ed a sinistra, al di sopra, e al di sotto del centro di gravità. Indi
è che

è che la maniera di operare del fluido non si scosta gran fatto dalla Teoria. E se alquanto se ne allontana, ciò accade nel medesimo senso, che nelle oblique percosse, come si vedrà.

Num. 165. Per discendere ora all'esame delle sperienze, e de' loro risultati, convien trascegliere il miglior metodo, per fare il debito paragone tra la Teoria, e l'esperienza. Mi è sembrato il più chiaro quello di andar calcolando Serie per Serie il vero peso, che occorrerebbe a ciascun angolo di obliquità osservata coll' esposta Teoria delle forze proporzionali a Coseni delle obliquità. Poichè paragonando il peso così dedotto con quello dell'esperienza, potremo indi dedurne le opportune conseguenze.

Dedurremo il peso della Teoria, facendo la seguente Analogia. Come il seno totale, al seno dell'angolo osservato, così il peso totale al quarto termine, che ci paleserà il peso della menzionata Teoria,

Num. 166. E perchè il principio della divisione, dalla quale incomincia la misura degli angoli non può essere il 0, per la difficoltà di collocare su di esso il Quadrante, o semicircolo del Castello, converrà ridurre ciascun angolo di misura media, detraendone quello che il Quadrante mostra, quando la Ventola si lascia libera a se medesima, come si fa in ogni Serie all'Esperienza I. Poichè quella è la vera direzione della corrente. Incominciando da tal direzione a misurare gli angoli delle successive sperienze, ad esse va sottratto costantemente il primo arco del Quadrante, che è di soprappiù al principio della vera divisione,

Num. 167. Non altra riduzione occorrerà nelle presenti sperienze. Poichè la riduzione del peso osservato al peso riportato

nato alla Ventola non è necessaria trattandosi quì della sola proporzione. Per la stessa ragione è inutile la riduzione per le resistenze, e qualunque altra. Dall'altra parte i pesi dell'immediata esperienza troppo son più grandi de' pesi ridotti, e così ci gioveranno per una maggior precisione nelle frazioni.

Nelle sperienze fatte sul Canal del Lago di Castiglione sei sono le Serie, che sono state fatte per la questione presente con diverse velocità del fluido, come ci palesa la differenza de' pesi totali, ne' quali il maggiore è stato di libbre 30, ed il minore di 13. Onde secondo tali sei classi d'esperienze formerò tante Tavole, sulle quali saranno registrati, in primo luogo i numeri dell'esperienze. In secondo luogo gli angoli osservati. In terzo luogo i seni di detti angoli. In quarto luogo i pesi, che vengono calcolati coll'ipotesi della ragion semplice de' seni. In quinto luogo i pesi dell'esperienze in libbre, e centesime. E finalmente le differenze o di eccesso, o di difetto che si trovano tra le sperienze, e la detta Teoria.



C c

Ta.

Tavola I.

Num. 168. *Prima classe di esperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre 30, come al Libro I. N.° 8.*

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 8. e 12. Arco medio di gradi 10.

Numero delle Sperienze	Angolo medio corretto Gradi, Min.	Seno di tutti l'angoli Seno tangente di 1000.	Pesi dedotti colla Tavola		Pesi effren- vati		Differenza	
			Lib.	Grav.	Lib.	Grav.	Lib.	Grav.
II.	10. 00.	173	5.	19.	4.	66.	—	0. 53.
III.	18. 15.	313.	9.	39.	8.	66.	—	0. 73.
IV.	25. 37.	434.	12.	96.	11.	66.	—	0. 30.
V.	34. 22.	564.	16.	92.	16.	66.	—	0. 32.
VI.	39. 45.	639.	19.	17.	20.	66.	+	1. 49.
VII.	49. 00.	754.	22.	62.	24.	66.	+	2. 04.
VIII.	71. 00.	945.	28.	35.	28.	66.	+	0. 31.

Tavola II.

Num 169. Seconda classe di sperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre 25.66., come al Libro I. N.º 9.

Nell'Esp. I. il principio della divisione versava tra gradi 8. e 13. Arco medio di gradi 10. 30'.

Numero della Sperienza	Angoli medi corretti Gradi . Min.	Seni de' detti Angoli Sono totali di 1000.	Pesi dedotti nella Tavola Lib. Grati.	Pesi osservati Lib. Grati.	Differenza Lib. Grati.
II.	12. 45.	220.	5. 64.	4. 66.	— 0. 98.
III.	21. 30.	366.	9. 39.	8. 66.	— 0. 63.
IV.	28. 00.	469.	12. 03.	12. 66.	+ 0. 63.
V.	35. 15.	577.	14. 80.	16. 46.	+ 1. 86.
VI.	41. 15.	659.	16. 90.	20. 66.	+ 3. 66.
VII.	70. 00.	939.	24. 09.	24. 66.	+ 0. 57.

Tavola III.

Num. 170. Terza classe di sperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre 19., come al Lib. I. N.° 11.

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 17. e 13. Arco medio di gradi 15.

Numero delle Sperienze	Angoli medi corretti Gradi. Min.	Seni di detti Angoli Seno recule de 1000.	Pesi detti colla Tare Lib. Cent.	Pesi effluvi Lib. Cent.	Differenze Lib. Cent.
II.	5. 00.	87.	1. 65.	1. 00.	+ 0. 35.
III.	10. 00.	173.	3. 28.	4. 00.	+ 0. 72.
IV.	13. 30.	233.	4. 32.	6. 00.	+ 1. 68.
V.	19. 15.	329.	6. 25.	8. 00.	+ 1. 75.
VI.	22. 30.	398.	7. 56.	10. 00.	+ 2. 44.
VII.	29. 30.	494.	8. 54.	12. 00.	+ 3. 46.
VIII.	34. 30.	566.	10. 75.	16. 00.	+ 3. 25.
IX.	45. 00.	707.	14. 34.	16. 00.	+ 1. 66.
X.	48. 22.	747.	14. 19.	17. 00.	+ 2. 81.
XI.	53. 30.	803.	15. 25.	18. 00.	+ 2. 75.

Tavola IV.

Num. 171. *Quarta classe di esperienze fatte al Lago di Castiglionc. Peso totale libbre 17. 66. cent. come al Libro I. N.° 12.*

Nell'Esp. I. il principio della divisione versava tra gradi 13. e 17. Arco medio di gradi 15.

Numero delle Sperienze	Angoli medi minuti Gradi, Min.	Semi de denti Angoli Seni arcuati di 1000.	Pesi dedotti dalla Tavola Lib. Cent.	Pesi effor- mati Lib. Cent.	Differenze Lib. Cent.
II.	4. 45.	83.	1. 46.	2. 00.	+ 0. 54.
III.	10. 52.	183.	3. 32.	4. 00.	+ 0. 68.
IV.	16. 15.	279.	4. 92.	6. 00.	+ 1. 08.
V.	21. 30.	366.	6. 46.	8. 00.	+ 1. 54.
VI.	27. 30.	461.	8. 16.	10. 00.	+ 1. 84.
VII.	31. 15.	518.	9. 16.	12. 00.	+ 2. 84.
VIII.	37. 52.	615.	10. 89.	14. 00.	+ 3. 11.
IX.	44. 15.	697.	12. 33.	15. 00.	+ 2. 67.
X.	55. 45.	826.	14. 62.	16. 00.	+ 1. 38.
XI.	58. 00.	848.	15. 00.	16. 00.	+ 1. 50.
XII.	73. 15.	957.	16. 93.	16. 83.	— 0. 10.
XIII.	86. 30.	998.	17. 66.	17. 10.	— 0. 56.

Num. 172. *Quinta classe di sperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre 13. 50. cent. come al Libro I. N.° 22.*

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 11. e 16. Arco medio di gradi 13. e 30'.

<i>Numero delle Sperienze</i>	<i>Angoli medii osservati Gradi, Min.</i>	<i>Spazio dei detti Angoli Spazio totale di 1000.</i>	<i>Pesi dedotti dalla Tavola Lib. Cent.</i>	<i>Pesi osservati Lib. Cent.</i>	<i>Differenza Lib. Cent.</i>
II.	7. 30.	130.	1. 75.	2. 00.	+ 0. 25.
III.	14. 45.	254.	3. 43.	4. 00.	+ 0. 57.
IV.	21. 15.	362.	4. 80.	6. 00.	+ 1. 11.
V.	29. 00.	484.	6. 53.	8. 00.	+ 1. 47.
VI.	41. 00.	656.	8. 35.	10. 00.	+ 1. 15.
VII.	50. 37.	772.	10. 42.	12. 00.	+ 1. 58.
VIII.	83. 00.	992.	13. 39.	13. 00.	- 0. 61.

Tavola VI.

Num. 173. *Sefta classe di esperienze fatte al Lago di Castiglione. Pefo totale libbre 14. 25. cent., come al Lib. I. N.° 23.*

Nell' Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 11. e 20', e 15. 20'. Arco medio 13.° 20'.

Numero d'ile Sperienze	Angoli medi corrispon- denti. Gradi. Min.	Seni di detti Angoli Seni esatte di 1000.	Pesi dettati alla Tavola Lib. Cent.	Pesi effren- denti Lib. Cent.	Differenze Lib. Cent.
II.	7. 55.	137.	1. 95.	2. 00.	+ 0. 05.
III.	14. 15.	246.	3. 50.	4. 00.	+ 0. 50.
IV.	20. 10.	344.	4. 30.	6. 00.	+ 1. 30.
V.	27. 15.	457.	6. 51.	8. 00.	+ 1. 49.
VI.	34. 55.	572.	8. 15.	10. 00.	+ 1. 85.
VII.	37. 10.	604.	8. 60.	12. 00.	+ 3. 40.
VIII.	51. 40.	784.	11. 17.	13. 00.	+ 1. 83.
IX.	61. 10.	876.	12. 43.	13. 50.	+ 1. 2.
X.	85. 00.	995.	14. 19.	13. 83.	- 0. 36.
XI.	89. 00.	999.	14. 23.	13. 99.	- 0. 24.

Num.

Num. 174. Queste sei Tavole contengono, o ci palesano gli opportuni risultati delle prime sperienze fatte sul Canal Reale del Lago di Castiglione. Convien però per regola di buona critica avvertire, che l'esperienze degli ultimi gradi dei complementi dell'obliquità, dal grado circa 75. al 90. contengono una gran difficoltà per le grandi oscillazioni, che fa in essi l'indice delle divisioni, giacchè allora è piccola la differenza de' seni, e perciò quella continua vicenda delle acque correnti di sospinger l'ostacolo della Ventola ora più, ora meno, introduce un'oscillazione di gradi 10, e più, cioè il doppio, ed il triplo delle oscillazioni degli angoli minori. Indi è che non molto può contarsi nelle sperienze relative a tali gradi.

Rilevissi inoltre, che negli altri gradi minori la continua oscillazione turba alquanto la veta misura, giacchè essendo per l'ordinatio detta oscillazione di 4. in 5. gradi non è facile di rinvenire il punto intermedio, giacchè le stesse oscillazioni son variabili, e tal circostanza introduce una qualche incertezza nelle sperienze. Se vi siano Canali di corso così unifotme, che tale oscillazione, o minchi affatto, o rendasi tenuissima, io non so dirlo, ma per le numerose mie sperienze posso assicurare, che tanto nel Canale regolarissimo del Lago di Castiglione, quanto nel tronco trascelto nel Fiume Arno sopra Pontadeta, queste oscillazioni sono continue, e la loro ampiezza in amendue i casi è quasi la stessa.

Qualche particolar difficoltà contengono i primi gradi delle sperienze, giacchè avendo allora la direzione della Ventola un angolo assai acuto colla direzione del fluido, gli ondeggiamenti di questo attorno al Castello, ed attorno all'Albero della Ventola sono troppo prossimi alla stessa Ventola, che
poi

poi se ne discosta negli angoli maggiori. Indi è, che qualche turbazione può temersi nelle prime obliquità della stessa Ventola.

E' ben vero però, che con tutte queste difficoltà, che non conviene dissimulare, la gran serie delle sperienze, e la loro costanza negli angoli maggiori, che converrà attendere più, che i minori, non ci lascia alcun dubbio intorno ai risultati.

Il primo, e principalissimo risultato farà, che la Teoria delle forze, o delle resistenze in ragion duplicata de' coseni delle diverse obliquità, resta affatto esclusa da tutte le nemurose sperienze, come proverò con esempj applicati a ciascuna Tavola.

Esempio I. della Tavola I.

Num. 175. Pigliando nella prima Tavola i numeri dell'Esperienza VI. abbiamo l'angolo di $39^{\circ} 45'$, il cui seno è di parti 639. Il suo quadrato a quello del seno totale è, come 41: 100. prossimamente (essendo qui inutili le frazioni, onde facendo l'Analogia, come 100: 41 = libbre 30, al quarto termine, questo ci somministra libbre - - - 12. 30. cent.

Mentre l'esperienza ci dà libbre - - - 20. 66.

Fd il divario è assai considerabile di - - - 8. 36.

Nella ragion semplice de' coseni sarebbe il peso, o la resistenza, come libbre - - - - - 19. 17.

La differenza dal peso osservato è di sole lib-

bre - - - - - 1. 49.

D d

che

che è comportabile. Lo stesso viene a risultare facendo l'analogia coll'altre esperienze della stessa Tavola.

Esempio II. della Tavola II.

Num. 176. Scelgasi nella seconda Tavola l'Esperienza V. sotto l'angolo $35^{\circ} 15'$, il cui seno è di parti 577. Sarà il quadrato del seno totale al quadrato di tal seno, come 100 : 33. Irfendendo il peso totale di libbre 25, deducesi il peso di libbre - - - - - 8. 25. cent.

Il peso dell'Esperienza è stato di libbre - 16. 66.

Il divario è esorbitante, cioè di libbre - 8. 41.

Ma non è così colla ragion semplice de'coseni, secondo la quale, il peso sarebbe di lib. - 14. 80.

La cui differenza è tollerabile, cioè di lib. - 1. 86.

Esempio III. della Tavola III.

Num. 177. Scelgasi l'Esperienza VII il cui angolo è di $19^{\circ} 30'$. suo seno di parti 492. Il suo quadrato a quello del seno totale sarà come 24 : 100. prossimamente. Facciati, come $100 : 24 =$ libbre 19. al quarto, e questo sarà di libbre - - - - - 4. 56. cent.

La vece del peso sperimentale di libbre - 12. 00.

che è poco men che triplo del peso di quella Teoria. Non così quello dedotto colla ragion semplice de'coseni, che sarebbe di libbre - - - - - 8. 54. cent.

La cui differenza è di sole libbre - - - 3. 44. cent.
L'fem-

Esempio IV. della Tavola IV.

Num. 178. Scegliendo l'Esperienza IX., il suo angolo osservato è stato di $44^{\circ} 15'$. suo seno 697. La ragion duplicata del seno totale a tal seno, farà come $100: 48\frac{1}{2}$. Essendo il peso totale di 17. 66, facciali come $100: 48\frac{1}{2} = 17. 66$, al quarto, che tornerà di libbre - - - - - 8. 57. cent.

Per l'immediata esperienza è stato di lib. - 15. 00.

Onde la sua discrepanza - - - - - 8. 43.

Per la Teoria della ragion semplice de' coseni,

è calcolato di libbre - - - - - 12. 33.

La sua differenza farà di libbre - - - 2. 67.

tanto minor della prima.

Esempio V. della Tavola V.

Num 179. Nell'Esperienza VI. di questa Tavola, l'angolo osservato è stato di $41^{\circ} 00'$. Il suo seno di parti 656. La ragione duplicata del seno totale a tal seno, farà come $100: 43$. Onde essendo stato il peso totale di libbre 13. 5, faremo l'Analogia.

Come $100: 43 = 13. 5$. al quarto termine, che si calcola di libbre - - - - - 5. 80. cent.

In vece del peso sperimentale di libbre - 10. 00.

il cui eccesso sopra la Teoria, farà di libbre - 4. 20.

Ma nella Teoria della ragion semplice - 8. 85.

Onde il divario è di libbre - - - - - 1. 15. cent.

D d 2

Esem-

Esempio VI. della Tavola VI.

Num. 180. Finalmente dalla Tavola VI. scelgasi la Sperimente VIII., nella quale fu l'angolo di $51^{\circ} 40'$. suo seno 784. La ragione duplicata del seno totale a tal seno, sarà come 100 : 41. incirca.

Facciasi, come 100 : 61 = 14. 25. al quarto, che ci tornerà di libbre - - - - - 8. 69. cent.

Il peso sperimentale era di libbre - - - 13. 00.

Differenza di libbre - - - - - 4 31.

Ma per la Teoria de' semplici seni era di libbre - - - - - 11. 17. cent.

Onde la differenza sarà di libbre - - - 1. 83.

Num. 181. Gli altri numerosi esempj, che potrebbero comporsi da tante altre sperimente delle sei classi, tutti concordemente dimostrano le eccessive differenze, che corrono tra la Teoria de' quadrati de' coseni, e l'esperimente. Discorda ancor essa la Teoria dalla ragione semplice, ma le discordanze sono molto più tollerabili, e ciò che più farà meraviglia, si è, che tali differenze provano, che la ragione, che meglio potesse far concordare la Teoria coll'esperimente, si è di una ragione minore della semplice, cioè una ragione, che avesse l'esponente della dignità minore dell'1. Tale esponente potrebbe essere una frazione da determinarsi cogli eccessi de' pesi osservati, da' pesi calcolati coll'esponente dell'unità.

Non occorre però inoltrarsi nella ricerca di tale esponente frazionario, giacchè alle prime prove mi sono avveduto non esser-

esservi una costante frazione dell'esponente, che possa soddisfare all'esperienze delle sei Tavole. Poichè se trovasi un esponente, che soddisfaccia per esempio alla Tavola II., questo stesso mal si confà colla Tavola III., IV. ec. Il che ci manifesta un indizio, che la vera maniera che la natura segue nelle forze, con cui urta gli ostacoli obliqui, non può soggettarli ad una costante legge degli esponenti delle dignità.

Num. 181. Ci conferma in tal sentimento una circostanza particolare, che in molte sperienze le differenze, che corrono dal peso dell'esperienza a quello della Teoria de' semplici seni, non è positiva, ma negativa. Così può osservarsi nella Tavola I., nella quale le prime quattro sperienze dimostrano, che i pesi sperimentali sono minori, e non maggiori de' pesi della Teoria. Da tali negative differenze si passa poi alle positive nelle susseguenti sperienze. Così nella Tavola II. le prime due differenze sono ancor esse negative, e poi si trasformano in positive. Comprendesi bene da tal rilevante circostanza, che dove le differenze son negative, la ragion de' seni deve aver l'esponente maggiore dell'unità, ed al contrario dove le differenze son positive, l'esponente sarà minore dell'unità, e così parrebbe, che la curva, che potesse ben rappresentare le forze delle acque correnti a diversi angoli obliqui, prima fosse interiore al Quadrante, poi tagliasse il suo arco in un punto, e poi si volgesse fuori dell'arco, per unirsi al medesimo al grado 90. In questo stato di cose ciascun vede essere impossibile un esponente costante o maggiore, o minore dell'unità, che possa rappresentare le forze del Fiume, che sono proporzionali a pesi osservati, quando detto Fiume va ad in-

vesti-

vestire un ostacolo di superficie invariabile, rivoltata con diversi angoli di obliquità.

Num. 183. Potremo adunque generalmente concludere, che tutte le sperimente delle sei Tavole cospirano a dimostrare, che la natura è ben lungi nelle percosse oblique de' nostri fluidi, a seguire la ragion duplicata de' coseni degli angoli di obliquità, e che essa assai più si accosta alla ragion semplice di detti coseni; ma per quanto pare da molte combinazioni, e dalle differenze dedotte, neppur questa è la vera legge della natura, la quale convien rintracciare con altre sperimente, e con pesi molto maggiori, per rendere più sensibili le discrepanze.

A tal fine io ho intraprese le sperimente sul Fiume Arno, nelle quali essendo i pesi aggravati sino di libbre 152, ed essendo ancora stati osservati gli angoli in numero maggiore, e con maggior diligenza, potrebbe la natura scuoprirsi con indizj più precisi, e più regolari.

Pertanto oltrepasserò a formare altre quattro Tavole di altrettante classi di sperimente fatte sul Fiume Arno, con velocità molto maggiori di quelle, che aveva la corrente del Canale Reale del Lago di Castiglione.

In tali Tavole terò lo stesso metodo delle prime, cioè di registrare gli angoli, i seni, i pesi dedotti colla Teoria della ragion semplice de' seni, i pesi dell'esperienza, e le loro differenze negative, o positive. Sia adunque.



Tavola I.

Num. 184. Delle esperienze fatte sul Fiume Arno sotto la foce della Gusciana col Castello grande, per esaminare le resistenze della Venola a diversi angoli di obliquità.

Numero delle Sperienze	Angoli Gradi - Min.	Seni degli Angoli	Peso della Torre Lib. Cent.	Peso della Esperienza Lib. Cent.	Differenza Lib. Cent.
I.	1 30.	36.	3. 95.	2. 00.	— 1. 95.
II.	6. 45.	117.	17. 78.	6. 00.	— 11. 78.
III.	9. 15.	160.	24. 32.	10. 00.	— 14. 32.
IV.	9. 45.	169.	25. 68.	14. 00.	— 11. 68.
V.	11. 00.	190.	28. 88.	18. 00.	— 10. 88.
VI.	11. 30.	199.	30. 24.	20. 00.	— 10. 24.
VII.	12. 08.	210.	31. 98.	25. 00.	— 6. 92.
VIII.	15. 00.	258.	39. 31.	30. 00.	— 9. 31.
IX.	18. 00.	309.	46. 96.	35. 00.	— 11. 96.
X.	18. 45.	321.	48. 79.	40. 00.	— 8. 19.
XI.	20. 15.	346.	52. 59.	50. 00.	— 2. 59.
XII.	23. 53.	404.	61. 40.	60. 00.	— 1. 40.
XIII.	28. 18.	474.	72. 04.	70. 00.	— 2. 04.
XIV.	30. 30.	507.	77. 06.	80. 00.	+ 2. 94.
XV.	35. 15.	577.	87. 70.	90. 00.	+ 2. 30.
XVI.	41. 15.	659.	100. 16.	100. 00.	— 0. 16.
XVII.	44. 53.	705.	107. 16.	110. 00.	+ 2. 84.
XVIII.	51. 07.	777.	119. 10.	120. 00.	+ 0. 90.
XIX.	54. 38.	815.	123. 88.	130. 00.	+ 6. 12.
XX.	57. 00.	920.	139. 84.	140. 00.	+ 0. 16.
XXI.	68. 15.	928.	140. 05.	142. 00.	+ 1. 95.
XXII.	69. 30.	936.	142. 27.	144. 00.	+ 1. 73.
XXIII.	77. 00.	974.	148. 04.	146. 00.	— 2. 04.
XXIV.	80. 08.	985.	149. 72.	148. 00.	— 1. 72.
XXV.	82. 13.	990.	150. 48.	150. 00.	— 0. 48.
XXVI.	83. 00.	992.	150. 78.	151. 00.	+ 0. 22.
XXVII.	90. 00.	1000.	152. 00.	152. 00.	00. 00.

Ta-

Numero delle Sperienze	Angoli Gradi e Min.	Somma degli Angoli	Peso della Pavina Lib. Cons.	Peso delle Bisbetiche Lib. Cons.	Differenza Lib. Cons.
I.	8 00.	139.	18. 51.	10. 00.	— 8. 51.
II.	14. 00.	141.	30. 36.	20. 00.	— 10. 36.
III.	18. 15.	143.	39. 43.	30. 00.	— 9. 43.
IV.	24. 00.	146.	51. 15.	40. 00.	— 11. 15.
V.	26. 15.	148.	55. 69.	50. 00.	— 5. 69.
VI.	29. 15.	148.	61. 48.	60. 00.	— 1. 48.
VII.	35. 45.	154.	73. 53.	70. 00.	— 3. 53.
VIII.	42. 15.	162.	74. 67.	80. 00.	+ 5. 33.
IX.	44. 15.	167.	87. 32.	90. 00.	+ 2. 18.
X.	54. 30.	185.	105. 69.	100. 00.	— 4. 31.
XI.	64. 30.	202.	113. 65.	110. 00.	— 3. 65.
XII.	73. 45.	262.	120. 96.	120. 00.	— 0. 96.
XIII.	76. 30.	272.	123. 47.	122. 00.	— 0. 47.
XIV.	80. 00.	284.	123. 98.	124. 00.	+ 0. 12.
XV.	88. 15.	299.	125. 77.	126. 00.	+ 0. 57.

Avvertasi, che nel Castello formato per l'esperienze sul Fiume Arno il Quadrante indicava gli angoli di obbliquità, ma nel primo Castello indicava i complementi. Onde nelle presenti Tavole son registrati non già gli angoli delle sperienze, ma i loro complementi.

Num. 186.

Tavola III.

Numero della Spontaneità	Angoli Gradi. Min.	Seno degli Angoli	Peso della Tavola Lib. Cent.	Peso delle Espressioni Lib. Cent.	Differenza Lib. Cent.
I.	17. 30.	300.	35. 40.	20. 00.	-15. 40.
II.	24. 15.	410.	48. 58.	40. 00.	-8. 38.
III.	33. 04.	545.	64. 31.	60. 00.	-4. 31.
IV.	41. 38.	664.	78. 35.	80. 00.	+ 1. 65.
V.	43. 30.	688.	81. 84.	85. 00.	+ 3. 16.
VI.	45. 38.	714.	84. 25.	90. 00.	+ 5. 75.
VII.	46. 23.	723.	85. 31.	95. 00.	+ 9. 69.
VIII.	48. 26.	748.	88. 26.	100. 00.	+11. 74.
IX.	69. 23.	935.	110. 33.	110. 00.	- 0. 33.
X.	71. 41.	949.	111. 98.	112. 00.	+ 0. 02.
XI.	81. 23.	988.	116. 58.	114. 00.	- 2. 58.
XII.	81. 53.	989.	116. 70.	115. 00.	- 1. 70.
XIII.	86. 00.	997.	117. 64.	116. 00.	- 1. 64.
X.V.	90. 00.	1000.	118. 00.	118. 00.	00. 00.

Num. 187.

Tavola IV.

I.	24. 30.	414.	4. 34.	5. 00.	+ 0. 66.
II.	45. 33.	714.	7. 49.	7. 00.	- 0. 49.
III.	50. 33.	772.	8. 00.	8. 00.	- 0. 00.
IV.	58. 23.	851.	8. 93.	9. 00.	+ 0. 07.
V.	65. 45.	911.	9. 56.	10. 00.	+ 0. 44.
VI.	86. 30.	998.	10. 47.	10. 00.	- 0. 47.

E c

Num.

Num. 188. Dalla considerazione delle quattro esposte Tavole, contenenti le quattro classi di esperienze fatte sull'Arno per le obliquità degli angoli Orizzontali, dedurremo.

In prima luogo, che quando le obliquità sono assai grandi, e perciò piccoli i loro complementi, allora i pesi, che fanno equilibrio colle forze del Fiume, sono sensibilmente, e notabilmente minori de' pesi calcolati secondo la Teoria della ragione semplice de' coseni, e che essendo tali differenze non già di poche oncie, ma di molte, e molte libbre, non pare, che possa dubitarsi, che esse possano attribuirsi o alle oscillazioni degli angoli, o al turbamento, che potrebbe indurre il Castello, o l'Albero della Ventola. E ciò tanto più, quanto che tali differenze negative giungono sino ad angoli assai considerabili di gradi 20, di 30, e più, come potrà riscontrarsi dalle Serie delle quattro classi. Se tali differenze provenissero dalle oscillazioni del fluido, dovrebbero ancor esse patire della stesse oscillazioni, mostrando ora un difetto, ed ora un eccesso. Ma esse sempre in tali angoli ci palesano un considerabil difetto de' pesi dell'esperienza, rispetto a pesi calcolati colla Teoria, e soltanto fanno una variazione del più, e del meno, sempre però supera la differenza negativa. Dobbiamo adunque concludere, che nelle grandi obliquità degli ostacoli le forze delle acque, che urtano negli ostacoli siano minori di quelle, che esigerebbe la Teoria della semplice ragione de' coseni.

Num. 189. Rilevasi in seconda luogo, che quando le obliquità incominciano a divenir minori, e maggiori i lor complementi, allora al contrario della prima osservazione, i pesi aggravati cominciano ad esser maggiori de' calcolati per la detta Teoria. Un tale eccesso non è piccolo, sicchè possa attribuirsi alla

alla difficoltà delle sperienze, ma ancor esso giugne alle libbre 9, e più. L'oscillazione fa crescere, e scemare detti eccessi, e qualche volta apparisce un piccol difetto, ma prevalgono sempre le differenze positive in tal modo, che esse nascono certamente dalla maniera di operare della natura, e non già da cagioni accidentali.

Num. 190. E' assai naturale, che nel trasformarsi tali differenze di negative in positive, vi sia un punto intermedio nell'arco del Quadrante, in cui esse svaniscano affatto, coincidendo nell'arco medesimo, ed in quel punto solamente si verifica la ragione delle resistenze, come i semplici coseni delle obliquità.

Turba assaiissimo la cognizione di tal punto quella continua oscillazione degli angoli, e da essa pare che sia originata la varietà di tal punto, il quale

Nella prima classe batte tra l'angolo di gradi - - - - - 28.^o 18'. e di 30. 30'.

Nella seconda tra l'angolo di gradi - - - - - 35.^o 45'. e di 42.^o 15'.

Nella terza tra l'angolo di gradi - - - - - 33.^o 4'. e di 41.^o 38'.

E nella quarta verso l'angolo di gradi - - - - - 50.^o

Avvertasi però, che non può tenersi gran conto dell'ultima classe, nella quale essendo il peso totale di libbre 10 $\frac{1}{2}$, ogni piccol divario muta l'eccesso in difetto. Ma non è così nelle tre prime classi, nelle quali essendo i pesi totali di libbre 152, di 125, e di 118. soio assai più considerabili i pesi delle diverse obliquità, e perciò deve in tali Serie palestrarsi meglio la vera legge della natura.

E c 2

Num.

Num. 191. Se detto punto d'interfezione sta nella natura o costante, o variabile secondo le maggiori, o minori velocità delle acque correnti, non può con precisione dedursi da queste mie sperienze, ma altre ve ne vogliono di precisione molto maggiore, che siano praticare in un Fiume, o in un Canale di maggior regolarità di corso, per potere o rogliere affatto, o almeno ridurre dentro i limiti di un solo grado, le dette fastidiose oscillazioni di 5 , e più gradi, le quali veramente mi son giunte improvvisi, ed inopportune. Una tal favorevole circostanza, se pur vi sarà nella natura de' nostri Fiumi, potrebbe rinvenirsi ne' rami più uniformi di Sezione, e più rettilinei per un tratto assai considerabile. Tali due regolarità debbono contribuire per mantenere i differenti fili del fluido in una costante, o quasi costante direzione, e così o distruggere, o diminuire quella continua oscillazione della Ventola Idraulica, che molto perturba queste sperienze.

Num. 192. Dalle quali per altro possiamo argomentare con grande verisimiglianza quelle tre proprietà delle oblique polizioni degli ostacoli, cioè

I. Che essi nelle grandi obliquità resistono meno, che non esige la legge delle resistenze proporzionali a coseni delle obliquità.

II. Che al contrario nelle obliquità minori essi resistono più che non porta la legge medesima.

III. E che finalmente vi sia un certo punto intermedio tra le obliquità maggiori, e minori, nel quale il coseno rappresenta senza alcun difetto, ed eccesso la forza del Fiume, che opera sull'ostacolo di media obliquità.

Num. 193. La grave importanza della presente materia m'invita ad aggiugnere alcune avvertenze su ciascuna Tavola,

la, per provare la general verità delle tre sopradette proprietà.

Ed in primo luogo la prima Serie delle sperienze registrate alla Tavola I., incominciando da gradi $1\frac{1}{2}$, palesa le differenze negative, e le continua costantemente fino al grado $28.^{\circ} 18'$ dell'Esperienza XIV., nella quale la quantità negativa è di libbre 2. 04. cent. Queste sono XIII. Esperienze concordi a dimostrare le negative differenze. La massima in questa linea scorgesi nell'Esp. IV., dove essa è di libbre 14. 32. cent. Osservansi delle variazioni, che sono un effetto dell'oscillazione del fluido, ma le negative differenze o maggiori, o minori si mantengono fino a detti gradi.

Incominciano gli eccessi, o siano le differenze positive dal grado $30.^{\circ} 30'$, e si conservano tali fino all'Esp. XXIII. a gradi $69.^{\circ} 30'$. Nelle due Esp. XXV., e XXVI. essendo i gradi sopra gli 80. non dee tenersi conto delle due piccole differenze negative, che piccole appunto devono dirsi in paragone de' pesi di libbre 148.

Finalmente l'ultima Esperienza a gradi 83. fa ritornare la differenza positiva di sole 22. cent. di libbre. Onde si verificano in questa prima Tavola le tre proposizioni enunciate, con un piccol divario, che è racchiuso dentro il limite delle oscillazioni.

Num. 194. Passando alla Tavola II. in essa al grado 8. già si fa ben sentire la differenza negativa di libbre 8. 51. cent., la qual paragonata al peso dell'esperienza di libbre 10. fa subito risaltare la sua esorbitante differenza negativa. Si aumentano tali differenze fino a gradi 24. dove è la massima di libbre 21. 15. cent. Da essa decregono le quantità negative fino
all'

all'Esperienza VII., che è l'ultima di tali negative sotto il grado 35.° 45'.

Incominciao le differenze positive al grado 42.° 15', e continuano coll'interposizione di qualche quantità negativa, prevalendo sempre le positive fino agli ultimi gradi 50°, ed 88.°

Num. 195. Nella Tavola III. le quantità negative incominciano all'Esp. II. sotto i gradi 17.° 30', sotto i quali giungono a libbre 15. 40.

Sotto i gradi 33.° 4', la quantità negativa è di 4. 31. libbre. Ma nell'Esperienza seguente, che è la V. sotto i gradi 41.° 38', appaifce l'eccesso di lib. 1. 65. cent. il qual poi giugne a libbre 9. 69. nell'Esp. VIII. angolo di 46.° 23'. Indi le quantità positive diminuiscono, e son tramezzate da qualche valore negativo, che per la sua piccolezza resta dentro il limite delle oscillazioni, e così prevalendo le quantità positive, ancor questa Serie si accorda colle due prime. Benchè nella quarta, ed ultima Serie le differenze o negative, o positive sieno assai piccole, per esset piccolo il peso totale di libbre 10½, pure le differenze negative restano nel primo arco del Quadrante, e le positive nel secondo.

Onde si accenna ancora in questa Serie la legge delle altre con quella piccolezza di grandezze, che è adattata al peso totale.



Riflessioni sopra alle sperienze fatte sul Fiume Arno il dì 20. Gennajo, indirizzate ad esaminare la ragion semplice, e duplicata de' coseni, applicando la Ventola a gradi 45.

Num. 196. Le sperienze fatte nel presente giotno alla quinta Serie furono eseguite pet mettere a prova le due Ipotesi sull'angolo di 45° , sotto al quale, come è stato accennato nel Libro I. la prima Ipotesi della ragion semplice porterebbe il peso di libbre 70. 7. quando il peso totale fosse di libbre 100, e la seconda della ragion duplicata esigerebbe il peso di libbre 50, come ciascun potrà ben comprendere. Onde essendo il divario delle due Ipotesi di libbre 20. 7., esso doveva subito palesarsi.

Onde nell'Esp. I. si cominciò a determinare il peso totale, che fu trovato di libbre 120.

Nell'Esp. II. La sua metà cioè libbre 60. furono aggravate sul portapesi, e stando ad osservare le oscillazioni, la prima batteva tra - - - - - $58^{\circ} \frac{1}{2}$ e $62'$.

La seconda tra - - - - - $58^{\circ} \frac{1}{3}$ e $61'$.

La terza tra - - - - - $59^{\circ} \frac{1}{4}$ e $61' \frac{1}{4}$

La media - - - - - $60.{}^{\circ} 17' \frac{1}{2}$

Or quest'angolo troppo è lontano da gradi 45. Onde non corrisponde al fatto l'Ipotesi della ragion duplicata de' coseni delle obliquità.

Num. 197. Per vedere se corrisponda la ragion semplice, facciasi, come il sen totale al seno di $29.{}^{\circ} 43'$, che è il complemento di $60.{}^{\circ} 17'$, così il peso totale al quarto termine, questo farà di libbre 59. 52. cent., che molto si accosta alle lib-

libbre 60. Onde l'Ipotesi della ragion semplice è molto più prossima alla verità della ragion duplicata, almeno in questa obliquità.

Num. 198. Nell'Esp III. furono aggravate lib. 84. 48. cent. che è il quarto termine dopo il sen totale, il seno di 45° è quello di lib. 120, e l'indice in vece d'indicare il grado 45° in tre diverse oscillazioni, indicava il grado medio di $48^{\circ} 57' \frac{1}{2}$, il suo complemento è di - - - - - $41^{\circ} 2' \frac{1}{2}$. Onde neppur questa Ipotesi ben corrisponde alle sperienze, ed in vece di gradi 45° veggonsi gradi $41^{\circ} 2' \frac{1}{2}$, il che indicherebbe, che a tal grado dalle differenze negative alle positive corrisponderebbe l'Ipotesi della ragione semplice de' coseni delle obliquità.

Num. 199. Nell'Esp. IV. fu ripreso il peso totale, perchè la corrente era cresciuta, e si trovò di lib. 118. Onde furono aggravate lib. 64, cioè la metà, ed allora l'indice batteva sopra i gradi 58, che di troppo supera i gradi 45.

Num. 200. Si passò all'Esp. VI., e si collocarono lib. 91, che è la quarta proporzionale nell'Ipotesi della ragion semplice, ed ancora in questa esperienza l'indice oltrepassava i gradi 45, ma di poco, come può vederli in questa esperienza. Onde deducesi, che ne' gradi di media obliquità molto si scosta dal vero l'Ipotesi della ragion duplicata, e molto si accosta quella della ragion semplice.

Ma come già ho accennato non vi è in questi Fenomeni Idraulici una ragion costante nè semplice, nè sudduplicata, nè duplicata, ma converrà ripetere la spiegazione di questi oscuri Fenomeni da un'altra curva, che dal punto o. fino a gradi circa 35° o 40° resti interiore al Quadrante, che lo tagli in detto

detto grado o 35, o 40, o altro, che con miglioni d'ireostanze sarà determinato, e che da tal punto esca fuori del Quadrante, per congiungersi col medesimo al suo grado 90. nella forma, che si dirà.

In qual maniera con una curva andante possano spiegarsi i fenomeni Idraulici del presente Articolo.

Num. 201. Per quanto sia lontano dal framezzare in questo mio trattato tutto sperimentale delle nuove Teorie, che non possono ancora essere stabilite a forza di esperienze, pure per dare un'idea di quella legge, che accennano questi primi indizj della natura sulle oblique percosse de' fluidi contra gli ostacoli di dura superficie, ho voluto presentarla qui brevemente. E servirà tale idea per far comprendere potervi essere una legge, o una scala delle forze de' fluidi, o della resistenza de' solidi, la qual possa soddisfare agli osservati fenomeni assai meglio, che non possa farsi colle ragioni costanti adoperate sino al giorno presente.

Sia dunque ABC un quadrante, il quale incominciando dal punto A (fig. XIII.) vada indicando e' suoi archi Ab, AD, An ec. i diversi gradi de' complementi delle obliquità del fluido, che si dirige contro la superficie di un dato solido. In detto arco si pigli il punto D di gradi 35. o più, nel quale le differenze dallo stato negativo passano al positivo. E condotta la linea o seno DE, questo concepiscasi essere il seno, sul quale le differenze spariscano. Concepiscasi pure una curva nascente sul punto A, la quale volga la sua concavità AmD, verso l'arco pur concavo AbD. Al punto comune D abbia detta curva

F f

il

il suo flesso contrario, per cui la sua concavità si trasformi nella convessità del secondo ramo DpB , mentre il Quadrante seguirà col suo arco DnB , finchè si congiunga in B col secondo ramo di quella curva. E' chiaro, che qualunque sia la proprietà di questa curva, purchè essa abbia i due rami rivolti con flesso contrario, e coincidenti co' due punti AB , potrà dimostrarci, e spiegarci le tre accennate leggi; cioè, che dal principio del Quadrante fino all'intersezione D , le sue ordinate am , saranno minori delle ordinate al Quadrante ab , come esigono le sperienze.

In secondo luogo, che un'ordinata ED sia comune tanto al Quadrante, quanto a questa curva.

E finalmente, che oltrepassato il detto punto comune D , le ordinate alla curva per esempio ep , saranno maggiori delle ordinate en , al Quadrante. Onde queste ci potranno rappresentare le differenze positive delle sperienze.

NUM. 202. Per determinare tanto il punto D del flesso contrario, quanto la scala delle ordinate, o inferiori, o superiori della curva, altro mezzo non vi è, che descriverla a punti con nuove sperienze fatte in circostanze più favorevoli, e con precisione, e pazienza maggiore, i quali se saranno così determinati, potrà allora rintracciarsi, se vi sia equazione, che possa far passare le sue ordinate per i punti segnati coll'esperienza. E quando tale equazione non si trovi, gioverà nondimeno assaiissimo, che questa curva, che potremo nominare *la Curva delle obliquità*, sia disegnata con moltissimi punti, pigliando i punti intermedj colle parti proporzionali. Così potremo formare una Tavola di approssimazione, per sapere con qualche approssimazione, quali siano le vere forze della natura,

ta,

ra, che a diversi angoli di obliquità facciano equilibrio colle resistenze de' nostri solidi.

Num. 103. Sappiamo intanto in generale, che nelle grandi obliquità, le acque correnti esercitano una forza notabilmente minore di quella, che si esprime co' seni di un Quadrante, e che al contrario nelle piccole obliquità, quando la direzione delle acque va accostandosi alla perpendicolare, le dette forze operano con energia notabilmente maggiore di quella rappresentata da seni dello stesso Quadrante.

Abbiamo il vantaggio di sapere, che la natura è ben lontana dalla ragion duplicata de' coseni.

Che essa nelle mezzane obliquità si accosta alla ragion semplice di detti coseni.

E finalmente, che essa si scosta pure da detta proporzione, quando le obliquità son lontane dal grado circa 35, o altro, che meglio sarà determinato.





A R T I C O L O IV.

Ricercafi dalla immediata esperienza se gli Strati delle acque correnti dalla superficie fino al fondo abbiano le velocità espresse dalle diverse Ipotesi degli Scrittori, e qual sia la vera scala delle velocità, che seguita la natura.

Num. 204. **E** STATA esposta nella mia introduzione la storia delle diverse opinioni de' più insigni Scrittori sulle velocità degli Strati delle acque correnti, a diverse loro profondità, ed è stato pur ragionato de' diversi tentativi da me fatti prima dell'anno 1769, per ispiegare alcuni fenomeni relativi a tali velocità, tanto dal Sig. Pitot col suo Tubo recurvo, quanto dallo Zendrini col Quadrante della velocità.

Per mettere in chiaro la presente legge oscurissima della natura è stato fatto un gran numero di esperienze, tanto nel Canal Reale del Lago di Castiglione, quanto nel Fiume Arno, e tali sperienze insieme colle altre son tutte registrate nel Libro I. Ora adunque altro non resta, che dedurne i veri risultati, i quali per far ben comprendere a ciascuno, convien che io premetta, come, ed in qual modo io ho eseguite le Serie di tante sperienze, coll'uso della solita Ventola Idraulica.

Essa adunque, come già è stato accennato, è consegnata in maniera, che per mezzo di due Quadrati di ferro attaccati a due bracciuoli, può farsi discendere dalla superficie dell'acqua fino al fondo; e per avere le esatte misure di tal discesa,

vi è una piccola catena di ferro con maglie lunghe $\frac{1}{4}$ di braccio. Onde discendendo in giù tali maglie ad una ad una, si fermato con un gancio di ferro, perchè a quelle tali profondità possano farsi le occorrenti sperienze.

Quando la Ventola rade la superficie dell'acqua si colloca sul *portapesti* un numero di libbre adattato per un angolo di obliquità, che osservasi nel Quadrante coll'indicazione della sua lancetta. E quando con più, e più oscillazioni di questa si è determinato l'angolo medio alla superficie del fluido, allora si abbassa la Ventola, lasciando scorrere la catena di $\frac{1}{4}$ di braccio, o altra più opportuna misura. Essendo così calata la Ventola ad uno Strato di fluido più profondo di $\frac{1}{4}$ di braccio rispetto al primo, che giugneva alla superficie, si osserva l'angolo, senza punto alterare il primo peso. E così seguitando sino al fondo, avremo la Serie di tutti gli angoli di obliquità, e suoi complementi dal peso dell'acqua fino al fondo del Canale, o almeno a qualche soldo di distanza dal medesimo.

Num. 103. Essendo tale il metodo delle mie sperienze, per poterle ridurre a conoscere i risultati, supponghasi, che in quelle medie obliquità, che si son procurate, possa valere la legge delle forze proporzionali a coseni di dette obliquità, come è stato rilevato nell'Articolo antecedente. Onde le forze, colle quali uno Strato inferiore di fluido urta la Ventola, possono presupporli in ragion composta della forza viva dello Strato, e del coseno dell'angolo di obliquità.

Se tal coseno dicasi $= C$, la forza viva $= F$, sarà la forza totale $= CF$. Questa è una quantità costante, perchè equit' brandosi col peso P , che si suppone costante a qualunque profondità di Strato, avremo sempre

$$P = CF$$

$P = C F$. Onde sarà

$F = \frac{P}{C}$. Cioè la forza dello Strato sarà in ragion reciproca del coseno dell'obliquità.

Ma chiamando V la velocità del medesimo Strato, avremo $F = V^2 E$ perciò sostituendo sarà

$V^2 = \frac{P}{C}$. Cioè faranno i quadrati delle velocità in ragion reciproca de' coseni. E così finalmente faranno le velocità degli Strati in ragion reciproca sudduplicata de' coseni degli angoli di obliquità.

Dato adunque il peso costante P , e l'angolo dell'obliquità, o suo complemento, sarà facile a trovare il valore di V , cioè la velocità dello Strato sottoposto all'esperienza, essendo $V = \sqrt{\frac{P}{C}}$.

Presupposto un tal Teorema, discenderò all'analisi delle sperienze fatte per la presente ricerca.

Analisi della prima Serie di esperienze, che corrisponde alla quarta Serie del dì 21. Maggio al Lago di Castiglione N.° 14. Lib. I.

Num. 206. La Ventola liberamente oscillante senza alcun peso era al grado medio di 15.°

Le furono aggravate libbre 12. di peso, giacchè essendo stato osservato il peso totale di libbre 17. 66. cent., pareva, che libbre 12. potessero portar l'indice ad una giusta obliquità.

Esp. I. Oscillando liberamente la Ventola, l'indice portavasi all'angolo medio di 15.° E dopo l'aggravamento del peso,

fo, era l'angolo medio a 51° . Da cui detraendo i gradi 15. resterà l'angolo del complemento di - - - - $36^\circ 07'$.

Nell'Esp. II. La Ventola fu abbassata immergendola più di prima di soldi 5, ed allora l'indice oscillava tra $48^\circ 30'$, e 51° l'angolo medio farà di $49^\circ 45'$. E colla detrazione farà di - - - - - $34^\circ 45'$.

Essendo adunque il seno di 36° di parti - - - - 587 .

Ed il seno di $34^\circ 45'$ di parti - - - - 569 .

Avremo la prima velocità alla seconda come $\sqrt{569} : \sqrt{587}$, cioè la velocità del secondo Strato Aquo è cresciuta nella ragione di tali due radici.

E' stata calcolata nell'Articolo I Caso II. la velocità superficiale di soldi 10. 79. cent. sotto la direzione perpendicolare. Onde facendo, come $\sqrt{569} : \sqrt{587} = 10.79$ al quarto termine, esso ci palesa la velocità del secondo Strato di soldi 11. o affai prossimamente. Sarà dunque cresciuta la velocità del secondo Strato di soldi 0. 21. centesima.

Per agevolare questo Calcolo si pigli la metà del Log. delle parti 585, che si aggiunga al Log. della velocità della superficie di soldi 10. 79. cent. Una tal somma sarà costante per tutte l'esperienze di questa Serie. Onde detraggasi la metà del Logaritmo del seno alle altre profondità, e si otterranno così le velocità di qualunque Strato.

Logaritmo del seno di 36° - - - = 9. 7692.

Sua metà - - - - - = 4. 8846.

Log. di 10. 79. - - - - - = 1. 0330.

Somma - - - - - = 5. 9176.

= 4. 8779.

Logaritmo della velocità - - - = 1. 0397.

a cui

a cui corrispondono foldi 10. 96. centesime, che sono più giusti del primo Calcolo fatto con minori frazioni. Onde l'aumento della velocità sarà di foldi 0. 17. centesime.

Esp. II.

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. di } 34.^{\circ} 45'. & = & 9. 7558. \\ \text{Metà} & - & = 4. 8779. \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & - & = 7. 8846. \\ \text{Log. sottr.} & - & = 4. 8779. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo Log. della velocità} & - & = 3. 0067.$$

a cui si competono foldi 10. 16. di velocità.

Esp. III.

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. di } 40.^{\circ} 00'. & = & 9. 8080. \\ \text{Metà} & - & = 4. 9040. \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & - & = 7. 8846. \\ \text{Log. sottratt.} & - & = 4. 9040. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo Log. della velocità} & - & = 2. 9806.$$

a cui competono foldi 9. 56. cent; segno evidente, che la velocità del terzo Strato è minore di quella del secondo di foldo 0. 60. cent.

Esp. IV.

Angolo medio ridotto $44.^{\circ} 45'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Sao Log.} & - & = 9. 8475. \\ \text{Metà} & - & = 4. 9237. \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & - & = 7. 8846. \\ \text{Log. sottratt.} & - & = 4. 9237. \end{array} \right.$$

$$\text{Log. della velocità} & - & = 2. 9609.$$

a cui si devono foldi 9. 14. di velocità.

Esp. V.

Angolo medio ridotto $53.^{\circ} 30'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Sao Log.} & - & = 9. 9051. \\ \text{Metà} & - & = 4. 9525. \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & - & = 7. 8846. \\ \text{Log. sottr.} & - & = 4. 9525. \end{array} \right.$$

$$\text{Logaritmo della velocità} & - & = 2. 9321.$$

a cui devonfi foldi 8. 55. cent.

Esp.

Esp. VI.

Angolo medio ridotto $87.^\circ 30'$.

Suo Log - - = 9.9995. } Log. cost. - - = 7.8846.

Metà - - = 4.9997. } Sottrattivo - - = 4.9997.

Logaritmo della velocità - - = 2.8849.

a cui competono foldi 7.72. cent.

Non si potè continuare le sperienze, perchè le libbre 12. erano eccessive, ed abbassando un altro poco la Ventola, l'indice oltrepassava al secondo Quadrante. Intanto però si scorre assai chiaramente, che eccettuata la velocità del secondo Strato, che cresce di 17. cent. di foldo, le altre vanno sempre scemando, e siamo ancora lontani dal fondo. Poichè dalla superficie dell'acqua fino all'Esp. V. abbiamo la profondità di braccio 1. foldi 5.

Analisi della seconda Serie d'esperienze al Lago di Castiglione, che potrà vedersi al N.º 15.

Num. 207. Non potendosi a ciascuna Serie di queste sperienze trovare l'assoluta velocità superficiale, perchè non sempre fu misurata, servirà l'esprimere tal velocità col numero 1000, cioè colla caratteristica 3. de' Logaritmi.

Esp. I.

Col detto peso di libbre 6. l'angolo medio ridotto fu di $21.^\circ 30'$, e la sua velocità superficiale di parti 1000, come si è detto.

Esp. II.

Collo stesso peso abbassando la Ventola di foldi 5. l'angolo ridotto fu di $21.^\circ 30'$, come nella prima. Onde la velocità sarà la stessa di parti 1000.

G g

Esp.

Esp. III.

Con altro simile abbassamento, si ottenne l'angolo medio ridotto di $24.^{\circ} 0'$. Log. costante di questa Serie - = 7. 7810.

Log. del seno di $24.^{\circ} 0'$. } Log. sott. - - = 4. 8047.

- - - - = 9. 6093. }

Metà - - = 4. 8047. } Residuo - - = 2. 9773.

a cui deveſi la velocità di parti 949.

Esp. IV.

Colla maggior immersione di foldi 5. l'angolo medio ridotto divenne di $26.^{\circ} 0'$.

Log. del seno - = 9. 6418. } Log. coſt. - - = 7. 7820.

Sua metà - = 4. 8209 } Sottattivo - - = 4. 8209.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9611.

a cui devonſi parti 915.

Esp. V.

Con altri foldi 5. l'angolo fu di $27.^{\circ} 45'$.

Log. del ſeno - = 9. 6680. } Log. coſt. - - = 7. 7810.

Sua metà - = 4. 8340. } Sottattivo - - = 4. 8340.

Residuo - - - - - = 2. 9480.

al quale corriſponderà la velocità di parti 888.

Esp. VI.

Con ſimile abbassamento della Ventola, ſi offervè l'angolo medio corretto di $29.^{\circ} 45'$.

Log. del ſeno - = 9. 6956. } Log. coſt. - - = 7. 7810.

Sua metà - = 4. 8478. } Sottattivo - - = 4. 8478.

Residuo - - - - - = 2. 9342.

a cui corriſponde la velocità di parti 858.

Esp.

Esp. VII.

Con altro abbassamento della Ventola, l'angolo ridotto fu di $30^{\circ} 15'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Suo Log.} & - & = 9.7022. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & - & = 7.7820. \\ \text{Sua metà} & - & = 4.8511. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Sottrattivo} & - & = 4.8511. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$\text{Log. della velocità} & - & - & = 2.9309.$$

a cui corrispondono parti 853.

Esp. VIII.

Coll'ultima immersione della Ventola di soldi 5. l'angolo crebbe fino a $32^{\circ} 37' \frac{1}{2}$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Suo Log.} & - & = 9.7317. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. costante} & - & = 7.7820. \\ \text{Sua metà} & - & = 4.8659. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. sottrattivo} & = 4.8659. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo} & - & - & - & - & = 2.9161.$$

a cui corrisponde la velocità di parti 824.

Da questa Serie di esperienze deducesi, che la velocità fino alla profondità di soldi 15. si mantenne costante, e che dall' medesima fino alla profondità di braccia 2. andò sempre gradatamente scemando, fino a ridursi a parti 824. alla distanza dal fondo di 2. in 3. soldi. Se suppongasi la velocità della superficie di soldi 10, quella prossima al fondo sarà di 8. 24. Dal che comprendesi, che nelle piccole celerità, come sono le presenti, le diminuzioni della celerità non giungono ad $\frac{1}{3}$ della velocità superficiale.

Cospira alla stessa conseguenza la prima Serie, nella quale la velocità della superficie era di soldi - - - = 10. 79. cent.

$$\text{Quella prossima al fondo di soldi} & - & - & = 8. 27.$$

$$\text{La differenza sarà di soldi} & - & - & - & = 2. 52.$$

che è un poco più della quinta parte della velocità della su-

G g 2

per-

perficie. Si vedrà se la stessa cosa ci paleſeranno le altre Serie delle velocità degli Strati.

Analisi della terza Serie di esperienze fatte al Lago di Castiglione, e registrate nel Libro I. N.º 16.

Num. 208. Furono aggravate libbre 9: per render maggiore la differenza degli angoli. Colla Ventola libera. oscillava la lancetta fra 10.º, ed 11.º E così correzione sottrattiva farà di 10.º 30'.

Esp. I.

Il primo angolo osservato, quando l'orlo superiore della Ventola radeva la superficie dell'acqua era di 37.º 30'.

Logaritmo. - - - - - = 9. 7844.

Metà - - - - - = 4. 8922.

Sarà il Log. costante di - - - = 7. 8912.

La velocità si fa di parti 1000. al solito.

Esp. II.

Abbassati foldi 5. l'angolo era a 39.º 30'.

Logaritmo - = 9. 8035. } Log. costante - = 7. 8912.

Metà - - = 4. 9017. } Log. sottrattivo = 4. 9017.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9205.
a cui si devono parti 978.

Esp. III.

Con altro sbaſamento l'angolo medio ridotto era di 36.º 30'.

Suo Log. - - = 9. 7743. } Log. cost. - - = 7. 8912.

Sua metà - = 4. 8871. } Sottrattivo - - = 4. 8871.

Residuo - - - - - = 3. 0051.
a cui deveſi la velocità di parti 10. 12.

Esp.

Esp. IV.

Colto sballamento di altri soldi 5. l'angolo era il medesimo, e così la velocità di parti 10. 12.

... Esp. V. $V_{10} = 10. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.$

Fu abbassata la Ventola fino al fondo prossimamente, e fu osservato l'angolo di $60^{\circ} 41' \frac{1}{2}$.

Logaritmo - = 9. 9405. } Log. cost. = 7. 8922.

Metà - - = 4. 9702. } Log. sost. - = 4. 9702.

Residuo - - - - - = 2. 9220.

a cui si devono parti 8. 36.

La presente Serie non fu fatta completamente, perchè la Marea ne turbava i risultati. Pure tale quale ella è, ci dimostra, che sotto la superficie dell'acqua per un braccio in-circa, la velocità o si mantien costante, o cresce un tantino. Ma che poi avvicinandosi la Ventola al fondo la velocità, vedesi assai diminuita. Paragonando le parti 10. 20. della velocità superficiale, colle parti 8. 36. in vicinanza del fondo, trovasi la diminuzione minore di $\frac{1}{2}$, come era nella seconda Serie. Ed è particolare la conformità di queste due Serie fatte con pesi differenti, giacchè in quella era la velocità prossima al fondo di 8. 27. ed in questa è di 8. 36.

*Analisi della quarta Serie di sperienze nello stesso Lago
di Castiglione registrate al Libro I. N.° 18.*

N.° 109. Nell'Esp. I. fu osservata l'oscillazione della Ventola libera di misura media gradi 10. 30. che sono sempre sottrattivi.

Esp.

Esp. III.

Fu aggravato il peso di libbre 6. perchè era tenne la velocità della corrente, e l'angolo medio ridotto era di $37^{\circ} 51'$.

Log. del seno = 9. 66971 } 60' Onde il Log. costante per la
Sua metà = 4. 8948 } presente Serie sarà di 7. 8948.

Esp. III.

Abbassando la Ventola soldi 5. l'angolo era di $29^{\circ} 15'$.

Suo Log. = 9. 6889. } Log. cost. = 7. 8948.

Metà = 4. 8444 } Sottrattivo = 8444
a cui devonfi parti 9. 78. per la velocità.

Esp. IV.

Con altra immersione uguale, l'angolo fu di $27^{\circ} 45'$.

Log. = 9. 6680. } Log. cost. = 7. 8348.

Metà = 4. 8340. } Log. sott. = 4. 8340.

Residuo = 3. 000.

a cui si devono per la velocità parti 10. 22.

Esp. V.

Con altro uguale abbassamento, l'angolo ridotto fu di $28^{\circ} 30'$.

Suo Log. = 9. 6786. } Log. cost. = 7. 8348.

Metà = 4. 8393. } Log. sott. = 4. 8393.

Residuo = 2. 9955.

a cui devefi la velocità di parti 9. 90.

Esp. VI.

Col nuovo solito sbassamento, l'angolo era di $32^{\circ} 15'$.

Log. del seno = 9. 7722. } Log. cost. = 7. 8348.

Sua metà = 4. 8636. } Sottrattivo = 4. 8636.

Residuo = 2. 9712.

a cui si devono parti 9. 36.

Esp.

Esp. VII.

Con altro simile sbassamento era l'angolo di $36^{\circ} 30'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. del seno} & = & 9.7743. \\ \text{Sua metà} & = & 4.8871. \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & = & 7.8348. \\ \text{Sottrattivo} & = & 4.8871. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo} = 2.9477.$$

a cui si devono parti 8. 87. di celerità.

Esp. VIII.

Con una nuova immersione, l'angolo errebbe a $44^{\circ} 0'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. del seno} & = & 9.8417. \\ \text{Sua metà} & = & 4.9208. \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & = & 7.8348. \\ \text{Sottrattivo} & = & 4.9208. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo} = 2.9140.$$

a cui si devono parti 8. 21.

Esp. IX.

Con altro sbassamento, aumentò l'angolo a $47^{\circ} 15'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. del seno} & = & 9.8658. \\ \text{Metà} & = & 4.9329. \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & = & 7.8348. \\ \text{Sottrattivo} & = & 4.9329. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo} = 2.9019.$$

a cui si devono per la velocità parti 7. 97.

Esp. X.

Fatto l'ultimo sbassamento, l'angolo fu di $53^{\circ} 30'$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Log. del seno} & = & 9.9051. \\ \text{Metà} & = & 4.9525. \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} & = & 7.8348. \\ \text{Sottrattivo} & = & 4.9525. \end{array} \right.$$

$$\text{Residuo} = 2.9823.$$

a cui deve la velocità di parti 7. 63.

Num. 210. Avvertasi nel registro delle sperienze, che fu subito misurato il fondo del Canale, e l'anello inferiore dove giunse la Ventola, e si trovò che la profondità dell'acqua era a brac-

a braccia 2. soldi 8. 8., e la profondità del ferro di 2. 5. 8. Onde la Ventola era lontana dal fondo di soldi 3. nell'Esp. X.

Dalla Serie presente argomentiamo, che la velocità degli Strati nelle Sperienze II., III., IV., V., cioè alla profondità di braccia $1\frac{1}{2}$, si mantengono quasi della stessa misura, essendo tenuissimo il divario nel più, o nel meno, e che dall'Esperienza V. fino alla X. esse vanno notabilmente scemando, fino a ridursi presso il fondo di parti 7. 63. La differenza della velocità superficiale a quella prossima al fondo è di parti 2. 37., che è un poco più del quinto della velocità superficiale. Ma più minutamente deducansi le conseguenze al Num. 19 dopo la Serie di tutte le X. Sperienze. Onde alle medesime mi rimetto, avvertendo, che ivi gli angoli citati non son ridotti, come è stato praticato nell'Analisi di questa quarta Serie.

Analisi della quinta Serie delle sperienze fatte sul Lago di Castiglione, che son registrate al N.° 20.

Num. 211. Furono collocate libbre 8. di peso per esset maggiore la corrente, e l'angolo medio corretto era di $36.^\circ 30'$.

Suo Log. - - = 9. 7743 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Il Log. cost. sarà} = 7. 8871. \end{array} \right.$

Metà - - = 4. 8871. $\left\{ \begin{array}{l} \text{La velocità alla superficie si} \\ \text{suppone di parti 1000.} \end{array} \right.$

Esp. II.

Fu al solito sommersa la Ventola di soldi 5., e l'angolo medio ridotto era di $36.^\circ 0'$.

Suo Log. - - = 9. 7933 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Log. cost.} - - = 7. 8871. \end{array} \right.$

Metà - - = 4. 8994 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Log. sottr.} - - = 4. 8994 \end{array} \right.$

Residuo - - - - - = 2. 9877.

a cui si devono parti 972. di velocità.

Esp. III.

Con altra simile immersione, fu l'angolo di $38.^{\circ} 30'$.

Suo Log. - - = 9. 7941. } Log. cost. - - = 7. 8871.

Metà - - = 4. 8971. } Log. sottratt. - - = 4. 8971.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9900.

a cui devono parti 9. 78.

Esp. IV.

Con altra simile immersione di soldi 5. l'angolo medio ridotto era di $41.^{\circ} 0'$.

Log. del seno - - = 9. 8169. } Log. costante - - = 7. 8871.

Metà - - = 4. 9084. } Log. sottrattivo - - = 4. 9084.

Residuo - - - - - = 2. 9787.

a cui si devono parti 952.

Esp. V.

Con altra simile immersione, era l'angolo di $46.^{\circ} 0'$.

Suo Log. - - = 9. 8569. } Log. cost. - - = 7. 8871.

Metà - - = 4. 9285. } Log. sott. - - = 4. 9285.

Residuo - - - - - = 2. 9586.

a cui corrisponde la velocità di parti 909.

Esp. VI.

Con altro abbassamento di soldi 5. l'angolo era di $47.^{\circ} 0'$.

Suo Log. - - = 9. 8641. } Log. cost. - - = 7. 8871.

Metà - - = 4. 9322. } Log. sottratt. - - = 4. 9322.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9549.

che farà di parti 902.

H h

Esp.

In questa esperienza fu abbassata la Ventola fino al fondo del bracciuolo per soldi 11, ed il suo angolo ridotto era di 66.° 30'.

Log. del seno -	= 9. 9623.	} Log. cost. - - = 7. 8871.
Marea -	= 1. 28. 2.		} Log. sott. - - = 4. 9812.

Residuo - - - - - = 2. 9059

a cui deesi la velocità di parti 805.

Num. 112. Deducesi da questa Serie, che la velocità della superficie era la massima, e che da essa gli Strati inferiori diminuivano la velocità, eccettuata solo l'Esp. III., in cui crebbe di 6. parti rispetto a quella dell'Esp. II.

E che vicino al fondo circa soldi 3. la velocità era scemata di $\frac{1}{2}$ rispetto alla superficie.

Avvertesi nel registro delle sperimente, che la bassa Marea aumentava la corrente. Benchè questa Marea sia tenue nel Porto di Castiglione, pure uno, o due pollici di sabbassamento di Mare in queste sì delicate sperimente, possono produrre un effetto sensibile, e da ciò pare, che sia addivenuto, che la velocità superficiale sia massima, e che le altre degli Strati inferiori vadano lentamente descrescendo.

Num. 113. Considerando ora tutte le cinque Serie delle sperimente fatte sul Canal Reale del Lago, ne viene in conseguenza.

Primieramente, che la scala Parabolica delle velocità, ed ancora la triangolare, non abbiano luogo nei naturali fenomeni delle acque; giacchè secondo tali due scale le velocità devono sempre crescere fino al fondo, o almeno ad uno Strato prossimo al medesimo, ed in tante sperimente accade tutto al contrario,

erario, che tal velocità decrezca notabilmente, andando dalla superficie verso il fondo.

In secondo luogo, che la massima velocità in alcune sperienze mostrasi alla superficie, e qualcheduna la palea alla profondità di soldi 15. in circa, che rispetto a soldi 45. è la terza parte della profondità.

In terzo luogo, che in assaiissime sperienze le velocità degli Strati immediati sotto la superficie, o si mostrano costanti, e decrescano assai poco, ma al contrario dalla metà della profondità sino al fondo la diminuzione è considerabile.

E finalmente, che questa tal diminuzione non può attribuirsi alla resistenza del fondo, perchè essa è sensibilissima lungi dal fondo un braccio, e più; ed inoltre le sperienze, che diconsi fatte al fondo, sono ordinariamente lontane dal medesimo circa soldi 3, dove pare, che i soffregamenti dell' Alveo debbano essere annientati.

Num. 214. Contro queste sperienze potrebbe opporsi primieramente, che essendo esse state fatte alla distanza di circa un miglio dal Mare, possono bensì servir di regola in altre analoghe circostanze, ma non già ne' tronchi de' Fiumi, che sono dal Mare remotissimi, dove non giugnendo la resistenza delle acque Marine, che nel nostro caso possono considerarsi come stagnanti, potrebbero i Fenomeni mostrarsi ben differenti.

Potrebbe ancora opporsi, che la profondità dell' acqua nel detto Canale non è tanto grande, che possa far distinguere notabilmente gli effetti della pressione delle diverse colonne del fluido, e che perciò a voler ben giudicare delle diverse scale delle velocità, convenisse scegliere Canali, e Fiumi di mag-

H h 2

giori

giori profondità di acque. La prima di queste due eccezioni merita ogni buon riflesso, ma non così la seconda, giacchè la profondità di braccia 2. soldi 8. non è così tenue, che la gravitazione del fluido possa dirsi assai piccola, come se essa fosse di uno, o due soldi, ed in questi ancora non è piccola la gravitazione, che genera una velocità molto notevole.

Num. 215. Onde più per rispondere alla prima difficoltà, che per altra ragione, io ho trasportate le mie sperienze sul Fiume Arno, formando per esso un gran Castello, che possa ancora resistere alle sue piene, almeno mediocri. Ho trascelto un ramo di questo Fiume ben lontano dal Mare di circa miglia 10, secondando la tortuosità del medesimo. E benchè io non abbia un esatta livellazione da tal punto sino al Mare, pure da altre livellazioni posso dedurre, che il ramo trascelto tra la foce della Gusciana, e lo sbocco del Fiume Era, ha di caduta circa braccia 28. Onde, e per distanza, e per la caduta noi siamo ben lontani dalle resistenze del Mare. In tutto il tronco sino al Mare non ci è alcun ostacolo di Pescaje, o di altra qualità, sicchè possano ad esse attribuirsi le minori velocità del fondo. Per tutte queste ragioni le sperienze fatte sull'Arno intorno alle velocità degli Strati del fluido dalla superficie sino al fondo, sono affatto decisive o in favore, o contro la legge delle velocità degli Strati espressa finora, o con una Parabola, o con un area triangolare.

Num. 216. Nel registro di tali sperienze, che possono consultarsi al Libro I. sei farebbono le Serie fatte a tale intendimento, ma non essendo complete le due prime, esaminerò le ultimo quattro, nelle quali è visibile la diligenza di osservare per due volte l'angolo medio delle due oscillazioni.

E giac-

E giacchè la velocità dell'Arno era molto maggiore di quella del Canal di Castiglione, e la Ventola pure di area maggioré, i pesi erano molto considerabili; e per avere un angolo prossimo ad un Semiretto, mi conveniva aggravarvi pesi di libbre 60. nella prima stazione.

Ma perchè nella seconda stazione la sezione del Fiume era grandissima, la velocità diveniva molto piccola, e così il peso proporzionato era di sole libbre 5. Io ho variate le due stazioni per esaminare, se le grandi, o le piccole celerità facessero del divario nella vera scala delle velocità, ovvero se la legge fosse la stessa con piccola differenza, la quale potesse attribuirsi agli errori inevitabili di queste sperienze, ed alle continue oscillazioni del fluido sempre variabile nelle sue forze, e nelle sue direzioni.

Con tali avvertenze sono state eseguite le numerose sperienze racchiuse nelle quattro classi seguenti. In esse in vece di formare quattro ristrette Tavole, ho voluto inserire tutta la Serie de' Calcoli, affinchè ciaschaduno possa sodisfarsi in una materia, che diviene interessantissima. Giacchè in essa niente meno si tratta, che di abbandonare tutti gli antichi metodi praticati finora per la legge delle velocità degli Strati diversi delle acque correnti. E siccome su tal legge sono stati fondati tutti i Problemi, per determinare le portate de' Fiumi, per fissare gl' incrementi delle Piene per l'unione di nuovi influenti, e viceversa i decrementi per qualche nuova diramazione; così non dee trascurarsi nè fatica, nè diligenza per assicurarsi della precisa necessità di abbandonare le scale delle velocità usate sin qui, e di risolvere altrimenti un gran numero di Problemi Idraulici. Sarà adunque

fin.
Ans.

*Analisi della prima Serie di sperienze fatte sul Fiume Arno
fatto allo sbocco della Gusciana, come al Libro I. N.° 39.*

Num. 217. Il peso aggravato costantemente a tutte le profondità, alle quali si faceva discendere la Ventola, fu di lib. 60.

Esp. I.

Nella prima Esperienza si rilevò, che l'indice in vece di segnare i 90.° oltrepassava di misura media 1.° 30'. Onde questa riduzione sottrattiva si adatterà a tutti gli archi, che si osservarono.

Esp. II.

Collocando la Ventola precisamente sotto la superficie del fluido, che ne radeva la linea superiore, l'angolo medio osservato nell'oscillazione, fu di 51.° 30'. Onde riducendolo come è stato detto all'Esp. I. resterà di 50.° 00'. In queste sperienze si devono pigliare i complementi, ed il complemento sarà di 40.° 00'.

Il Logaritmo del seno sarà - - = 9. 8080.

Sua metà - - - - - = 4. 9040.

Ed aggiungendovi 3, sarà il Logaritmo costante che deve servire per l'esperienze di questa Serie - = 7. 9040.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp. III.

Angolo ridotto = 49. 22. Abbassamento soldi 6. 25. cent.

Complemento - = 40. 38. } Log. cost. - - = 7. 9040.

Logaritmo - - = 9. 8137. } Sottrattivo - - = 4. 9068.

Metà - = 4. 9068. } Residuo - - = 1. 9972.

a cui si deve la velocità di parti 994.

Esp. I

Esp. IV.

Angolo ridotto	= 49. 52.	Abbassamento foldi 6. 25. cent.
Complemento	= 40. 8.	Log. cost. - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 8092.	Sottrattivo - = 4. 9046.
Metà	= 4. 9046.	Residuo - = 2. 9994.
a cui si deve la velocità di parti 999.		

Esp. V.

Angolo ridotto	= 48. 12.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento	= 41. 38.	Log. con. - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 8224.	Sottrattivo - = 4. 9112.
Metà	= 4. 9112.	Residuo - = 2. 9928.
a cui si deve la velocità di parti 9. 84.		

Esp. VI.

Angolo ridotto	= 44. 15.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento	= 45. 45.	Log. cost. - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 8550.	Sottrattivo - = 4. 9275.
Metà	= 4. 9275.	Residuo - = 2. 9765.
a cui si deve la velocità di parti 9. 47.		

Esp. VII.

Angolo ridotto	= 42. 21.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento	= 47. 39.	Log. cost. - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 8676.	Sottrattivo - = 4. 9338.
Metà	= 4. 9338.	Residuo - = 2. 9702.
a cui si deve la velocità di parti 9. 34.		

Esp.

Esp. VIII.

Angolo ridotto	= 41. 45.	Abbassamento soldi 6. 25. cepa
Complemento	= 48. 15.	} Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 8727.	} Sottrattivo - - = 4. 9363.
Metà	= 4. 9363.	} Residuo - - = 2. 9677.

a cui si deve la velocità di parti 928.

Esp. IX.

Angolo ridotto	= 40. 48.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento	= 49. 12.	} Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 8790.	} Sottrattivo - - = 4. 9395.
Metà	= 4. 9395.	} Residuo - - = 2. 9645.

a cui si deve la velocità di parti 921.

Esp. X.

Angolo ridotto	= 36. 22.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento	= 53. 38.	} Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 9059.	} Sottrattivo - - = 4. 9529.
Metà	= 4. 9529.	} Residuo - - = 2. 9511.

a cui si deve la velocità di parti 894.

Esp. XI.

Angolo ridotto	= 33. 37.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento	= 56. 23.	} Log. costante - - = 7. 9040.
Logaritmo	= 9. 9105.	} Sottrattivo - - = 4. 9602.
Metà	= 4. 9602.	} Residuo - - = 2. 9438.

a cui si deve la velocità di parti 879.

Esp.

Esp. XII.

Angolo ridotto	= 32. 7.	Abbassamento soldi 6. 25. cent.
Complemento -	= 57. 53.	) Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - -	= 4. 9278.	) Sottrattivo - = 4. 9639.
Metà -	= 4. 9639.	) Residuo - - = 2. 9401.

a cui si deve la velocità di parti 871.

Esp. XIII.

Angolo ridotto	= 30. 18.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento -	= 59. 42.	) Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - -	= 9. 9362.	) Sottrattivo - = 4. 9681.
Metà -	= 4. 9681.	) Residuo - - = 2. 9359.

a cui si deve la velocità di parti 863.

Esp. XIV.

Angolo ridotto	= 24. 30.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento -	= 65. 30.	) Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - -	= 9. 9590.	) Sottrattivo - = 4. 9795.
Metà -	= 4. 9795.	) Residuo - - = 2. 9245.

a cui si deve la velocità di parti 821.

Esp. XV.

Angolo ridotto	= 18. 30.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento -	= 71. 30.	) Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - -	= 9. 9769.	) Sottrattivo - = 4. 9884.
Metà -	= 4. 9884.	) Residuo - - = 2. 9156.

a cui si deve la velocità di parti 824.

Esp. XVI.

Angolo ridotto	= 16. 15.	Abbassamento	foldi 6. 25. cent.
Complemento -	= 73. 45.	} Log. cost. -	= 7. 9040.
Logaritmo -	= 9. 9812.		Sottrattivo - = 4. 9911.
Metà -	= 4. 9911.	} Residuo -	= 2. 9129.

a cui si deve la velocità di parti 818.

Esp. XVII.

Angolo ridotto	= 0. 0000	Abbassamento foldi 6. 25.	
Complemento -	= 10. 0000	} Log. cost. - - = 7. 9040.	
Metà -	= 5. 0000.		} Sottrattivo - = 5. 0000.
			Residuo - - = 2. 9040.

a cui si deve la velocità di parti 802.

Num. 218. Compilate le velocità di questa prima Serie di esperienze fatte sul Fiume Arno, da esse rileviamo,

Primieramente, che tutta la profondità dell'acqua, alla quale discese la Ventola Idraulica, fu di braccia 5. 6. 25. cent. Poichè l'altezza della Ventola alla prima sua sommersione era di foldi 12 $\frac{1}{2}$, e le immersioni di essa furono 15, ciascuna delle quali era di foldi 6. 25. cent. Onde la somma sarà di braccia 5. 6. 25. di profondità, che per queste sperienze è molto considerabile.

In secondo luogo, che vedesi un aumento tenuissimo di sole 4. parti millesime all'Esp. IV., cioè alla profondità di braccia 1. foldi 5, e che di lì in poi, la velocità va sempre diminuendo, riducendosi all'Esp. XVII. di parti 806. Mancavano però per giugnere al fondo del Fiume almeno foldi 8. E così la velocità più vicina al fondo doveva esser minore.

In terzo luogo, che paragonando questa prima Serie eseguita sul Fiume Arno colle altre 5. praticate nel Canale del

Lago

Lago di Castiglione, esse ci palesano gli stessi risultati con uniformità affatto mirabile, cioè.

Che la massima velocità è, o alla superficie delle acque correnti, o poco sotto alla medesima; che le velocità da principio diminuiscono di poco, ma che avvicinandosi al fondo i loro decrementi son più celeri. E che in conseguenza non possono aver luogo ne' naturali fenomeni delle acque le scale delle velocità adoperate finora, ma convien rovesciarle, collocando le più piccole semiordinate verso il fondo, e le maggiori verso la superficie.

Nelle altre Analisi, che soggiugnerò, altro non si dedurrà, che una più evidente conferma di questa vera legge delle velocità.

Analisi della seconda Serie di esperienze fatte sul Fiume Arno sotto lo sbocco della Gusciana, come al Libro I. N. 40.

Num. 219. Il peso aggravato costantemente a tutte le profondità, alle quali si faceva discendere la Ventola, fu di libbre 40.

Esp. I.

Nella prima Esperienza si rilevò, che l'indice in vece di segnare i gradi 90. oltrepassava di misura media 1.^a 30'. Onde questa riduzione sottrattiva si adatterà a tutti gli archi, che si osserveranno.

Esp. II.

Collocando la Ventola precisamente sotto la superficie, che ne radeva la linea superiore, l'angolo medio osservato nell'oscillazione fu di 68.^a 56'. Onde riducendolo, come è stato

1 i 2

detto

detto all'Esp. I resterà di 67', 26". In queste sperimente si devono pigliare i complementi.

Ed il complemento farà di 22.^o 34'.

Il Logaritmo del seno farà - - - = 9. 5840.

Sua metà - - - - - = 4. 7920.

Ed aggiungendovi 3. farà il Logaritmo costante, che dee servire per l'esperimente di questa Serie - - = 7. 7920.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp. III.

Abbassamento della Ventola soldi 6. 25. cent.

Angolo ridotto = 67. 37.

Complemento - = 22. 23. } Log. cost. - - = 7. 7920.

Suo Logaritmo = 9. 5806. } Log. sottrat. - = 4. 7903.

Metà - = 4. 7903. } Residuo - - = 3. 0017.

a cui si devono parti 10. 04. di velocità.

Esp. IV.

Angolo ridotto = 66. 45. Abbassamento soldi 6. 25.

Complemento - = 23. 15. } Log. cost. - - = 7. 7920.

Logaritmo - - = 9. 5963. } Sottrattivo - = 4. 7981.

Metà - = 4. 7981. } Residuo - - = 2. 9939.

a cui corrispondono parti 9. 86. di velocità.

Esp. V.

Angolo ridotto = 65. 33. Abbassamento soldi 6. 25.

Complemento - = 24. 27. } Log. costante - = 7. 7920.

Logaritmo - - = 9. 6168. } Sottrattivo - = 4. 8419.

Metà - = 4. 8419. } Residuo - - = 2. 9836.

a cui compete la velocità di parti 9. 63.

Esp.

Esp. VI.

Angolo ridotto	= 61. 7.	Abbassamento foldi 6. 25. cent.
Complemento -	= 28. 53.	{ Log. costante - = 7. 7920.
Logaritmo -	= 9. 6839.	{ Sottrattivo - = 4. 8419.
Metà -	= 4. 8419.	{ Residuo - = 2. 9501.

a cui si deve la velocità di parti 8. 92.

Esp. VII.

Angolo ridotto	= 60. 40.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento -	= 29. 10.	{ Log. cost. - = 7. 7920.
Logaritmo -	= 9. 6900.	{ Sottrattivo - = 4. 8450.
Metà -	= 4. 8450.	{ Residuo - = 2. 9470.

a cui deve la velocità di parti 8. 85.

Esp. VIII.

Angolo ridotto	= 59. 00.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento -	= 31. 00.	{ Log. cost. - = 7. 7920.
Logaritmo -	= 9. 7118.	{ Sottrattivo - = 4. 8559.
Metà -	= 4. 8559.	{ Residuo - = 2. 9361.

a cui corrisponde la velocità di parti 8. 63.

Esp. IX.

Angolo ridotto	= 60. 37.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento -	= 29. 23.	{ Log. cost. - = 7. 7920.
Logaritmo -	= 9. 6907.	{ Sottrattivo - = 4. 8453.
Metà -	= 4. 8453.	{ Residuo - = 2. 9467.

a cui si deve la velocità di parti 8. 85.

Esp.

Esp. X.

Angolo ridotto	= 60. 00.	Abbassamento soldi 6. 25. cent.
Complemento -	= 30. 00.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 6989.	Sottrattivo - = 4. 8494.
Metà -	= 4. 8494.	Residuo - - = 2. 9426.

a cui compete la velocità di parti 8. 76.

Esp. XI.

Angolo ridotto	= 57. 37.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento -	= 32. 23.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 7288.	Sottrattivo - = 4. 8644.
Metà -	= 4. 8644.	Residuo - - = 2. 9276.

a cui si deve la velocità di parti 8. 47.

Esp. XII.

Angolo ridotto	= 57. 45.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento -	= 32. 15.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 7272.	Sottrattivo - = 4. 8636.
Metà -	= 4. 8636.	Residuo - - = 2. 9284.

a cui si deve la velocità di parti 8. 48.

Esp. XIII.

Angolo ridotto	= 54. 52.	Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento -	= 35. 8.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 7600.	Sottrattivo - = 4. 8800.
Metà -	= 4. 8800.	Residuo - - = 2. 9120.

a cui corrisponde la velocità di parti 8. 17.

Esp.

Esp. XIV.

Angolo ridotto	= 53. 33.	Abbassamento foldi 6. 15. cent.
Complemento -	= 36. 27.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 7738.	Sottrattivo - - = 4. 8869.
Metà -	= 4. 8869.	Residuo - - = 2. 9031.

a cui si deve la velocità di parti 8. 04.

Esp. XV.

Angolo ridotto	= 52. 30.	Abbassamento foldi 6. 15.
Complemento -	= 37. 30.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 7844.	Sottrattivo - - = 4. 8922.
Metà -	= 4. 8922.	Residuo - - = 2. 8998.

a cui deve la velocità di parti 7. 94.

Esp. XVI.

Angolo ridotto	= 48. 52.	Abbassamento foldi 6. 15.
Complemento -	= 41. 8.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 8181.	Sottrattivo - - = 4. 9090.
Metà -	= 4. 9090.	Residuo - - = 2. 8830.

a cui comperono parti 7. 59. di velocità.

Esp. XVII.

Angolo ridotto	= 37. 52.	Abbassamento foldi 6. 15.
Complemento -	= 50. 8.	Log. cost. - - = 7. 7920.
Logaritmo - -	= 9. 8851.	Sottrattivo - - = 4. 9425.
Metà -	= 4. 9425.	Residuo - - = 2. 8495.

a cui si devono parti 7. 07. di velocità.

In questa seconda Serie di esperienze le immerfioni della Ventola furono 15, ciascuna delle quali era di foldi 6 15 cent. che fanno braccia 4. foldi 13. 75. cent. alle quali aggiungendo foldi

soldi 12. 50. della prima sommersione della Ventola, così avremo la profondità dell'acqua di braccia 5. 6. 25. cent.

Num. 220. Ecco, che considerando questa seconda Serie di esperienze fatte sul Fiume Atno, deduconsi le stesse illazioni, che nella prima, si in ordine alle velocità superficiali, che in rapporto a tutte le altre prossime al fondo. Troverassi avvertito nel Libro I. che la Ventola restava lontana dal fondo circa soldi 15. Un tal fenomeno accadeva per le resistenze, che opponeva il Castello al corso delle acque, per le quali esse scavavano una buca immediatamente sotto il bracciolo dell'Albero, facendo così un fondo maggiore di prima. Il che alto non prova, che le velocità dedotte da queste sperienze sono un poco troppo lontane dal fondo, e così le velocità ultime sono maggiori, che non farebbono al medesimo fondo, o almeno tre in quattro soldi sopra il medesimo.

Analisi della terza Serie di sperienze fatte sul Fiume Arno sotto lo sbocco della Gufcianna, come al Libro I. N.° 42.

Num. 121. Il peso aggravato costantemente a tutte le profondità, alle quali si faceva discender la Ventola, fu di lib. 50.

Esp. I.

Nella prima sperienza fu osservato, che l'indice oscillava a gradi 90. di misura media. Onde in questa sperienza non convien fare alcuna riduzione.

Esp. II.

Collocando la Ventola precisamente sotto la superficie che ne radeva la linea superiore, l'angolo medio osservato nell'oscillazione fu di 59.° 45'. In queste sperienze si devono pigliare

gliare i complementi, come è stato fatto nelle due antecedenti Serie. Ed il complemento sarà di 30.° 35'.

Il suo Logaritmo sarà - - - - - = 9. 7022.

Metà - - - - - = 4. 8511.

Ed aggiugnendovi la Caratteristica - - - - - = 3. 0000.

Sarà il Logaritmo costante - - - - - = 7. 8511.

che dee servire per l'esperienze di questa Serie.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp. III.

Abbassamento della Ventola soldi 6. 25. cent.

Angolo medio - = 58. 52.

Complemento - = 31. 8.) Log. cost. - = 7. 8511.

Logaritmo - = 9. 7135.) Log. sottrat. - = 4. 8567.

Metà - = 4. 8567.) Residuo - = 2. 9944.

a cui si deve la velocità di parti 9. 87.

Esp. IV.

Angolo medio - = 57. 48. Sbaſſamento soldi 6. 25. cent.

Complemento - = 32. 12.) Log. cost. - = 7. 8511.

Logaritmo - = 9. 7266.) Sottrattivo - = 4. 8633.

Metà - = 4. 8603.) Residuo - = 2. 9878.

a cui conviene la velocità di parti 9. 72.

Esp. V.

Angolo medio - = 57. 41. Abbassamento soldi 6. 25.

Complemento - = 32. 19.) Log. costante - = 7. 8511.

Logaritmo - = 9. 7280.) Sottrattivo - = 4. 8640.

Metà - = 4. 8640.) Residuo - = 2. 9871.

a cui si deve la velocità di parti 9. 71.

K k

Esp.

Esp. VI.

Angolo medio	= 55. 30.	Abbassamento foldi	6. 25. cent.
Complemento -	= 34. 30.	Log. costante -	= 7. 8511.
Logaritmo -	= 9. 7531.	Sottrattivo -	= 4. 8765.
Metà -	= 4. 8765.	Residuo -	= 2. 9746.

a cui compete la velocità di parti 9. 43.

Esp. VII.

Angolo medio	= 55. 34.	Abbassamento foldi	8. 25.
Complemento -	= 34. 26.	Log. cost. -	= 7. 8511.
Logaritmo -	= 9. 7523.	Sottrattivo -	= 4. 8761.
Metà -	= 4. 8761.	Residuo -	= 2. 9780.

a cui corrisponde la velocità di parti 9. 44.

Esp. VIII.

Angolo medio	= 55. 2.	Abbassamento foldi	6. 25.
Complemento -	= 34. 53.	Log. cost. -	= 7. 8511.
Logaritmo -	= 9. 7573.	Sottrattivo -	= 4. 8786.
Metà -	= 4. 8786.	Residuo -	= 2. 9725.

a cui deve esser la velocità di parti 9. 39.

Esp. IX.

Angolo medio	= 55. 15.	Abbassamento foldi	6. 25.
Complemento -	= 34. 45.	Log. cost. -	= 7. 8511.
Logaritmo -	= 9. 7558.	Sottrattivo -	= 4. 8779.
Metà -	= 4. 8779.	Residuo -	= 2. 9725.

a cui corrispondono parti 9. 40. di velocità.

Esp. X.

Angolo medio	= 55. 7.	Abbassamento foldi 6. 25. cent.
Complemento -	= 34. 53.	Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - -	= 9. 7573.	Sottrattivo - = 4. 8786.
Metà - -	= 4. 8786.	Residuo - - = 2. 9725.

a cui corrispondono parti 9. 39. di velocità.

Esp. XI.

Angolo medio	= 52. 37.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento -	= 37. 23.	Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - -	= 9. 7832.	Sottrattivo - = 4. 8916.
Metà - -	= 4. 8916.	Residuo - - = 2. 9595.

a cui si deve la velocità di parti 9. 11.

Esp. XII.

Angolo medio	= 52. 37.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento -	= 37. 23.	Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - -	= 9. 7832.	Sottrattivo - = 4. 8916.
Metà - -	= 4. 8916.	Residuo - - = 2. 9595.

a cui si deve la velocità di parti 9. 11.

Esp. XIII.

Angolo medio	= 50. 30.	Abbassamento foldi 6. 25.
Complemento -	= 39. 30.	Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - -	= 9. 8035.	Sottrattivo - = 4. 9017.
Metà - -	= 4. 9017.	Residuo - - = 2. 9494.

a cui compete la velocità di parti 8. 90.

Esp. XIV.

Angolo medio	= 48. 45.	Abbassamento	foldi 6. 25. cent.
Complemento -	= 41. 15.	{ Log. cost. -	= 7. 85 11.
Logaritmo -	= 9. 819 2.	{ Sottrattivo -	= 4. 9095.
		{	
Metà -	= 4. 9095.	{ Residuo -	= 2. 9416.
a cui competono	parti 8. 74. di velocità.		

Esp. XV.

Angolo medio	= 47. 15.	Abbassamento	foldi 6. 25.
Complemento -	= 42. 45.	{ Log. cost. -	= 7. 85 11.
Logaritmo -	= 9. 8317.	{ Sottrattivo -	= 4. 9158.
		{	
Metà -	= 4. 9158.	{ Residuo -	= 2. 9353.
a cui corrispondono	parti 8. 62. di velocità.		

Esp. XVI.

Angolo medio	= 45. 30.	Abbassamento	foldi 6. 25.
Complemento -	= 44. 30.	{ Log. cost. -	= 7. 85 11.
Logaritmo -	= 9. 8456.	{ Sottrattivo -	= 4. 9228.
		{	
Metà -	= 4. 9228.	{ Residuo -	= 2. 9283.
a cui deveſi la velocità	di parti 8. 48.		

Esp. XVII.

Angolo medio	= 34. 00.	Abbassamento	foldi 6. 25.
Complemento -	= 56. 00.	{ Log. cost. -	= 7. 85 11.
Logaritmo -	= 9. 9185.	{ Sottrattivo -	= 4. 9592.
		{	
Metà -	= 4. 9592.	{ Residuo -	= 2. 8919.
a cui corrispondono	parti 7. 80. di velocità.		

Num. 222. Abbiamo parimente in questa terza Serie di sperienze N.° 15. Immerſioni della Ventola, ciaſcuna di foldi 6. 25. cent., che formano braccia 4. foldi 13. 75. centefimo alle

alle quali vanno aggiunti soldi 12. 30. centesime dell'altezza della Ventola alla prima sua immersione alla superficie del fluido, così sarà la profondità di braccia 5. soldi 6. 25. cent.

Conspirano tutte queste sperienze alle stesse conseguenze, dedotte nella prima, e nella seconda Serie, e perciò lascio di ripeterle, riferendomi a riflettervi più lungamente dopo la quarta Classe che seguirà.

Analisi della quarta Serie di esperienze fatte sul Fiume Arno sotto lo sbocco della Gusciana, come al Libro I. N.° 48.

Num. 223. Il peso aggravato costantemente a tutte le profondità, alle quali si faceva discendere la Ventola, fu di lib. 5.

Esp. I.

Nella prima Sperienza si rilevò, che l'indice oscillava a gradi 90. di misura media.

Esp. II.

Collocando la Ventola precisamente sotto la superficie, che ne radeva la linea superiore, l'angolo medio osservato nell'oscillazione fu di $61^{\circ} 30'$. Si deve pigliare il complemento, e sarà di $28^{\circ} 30'$.

Il suo Logaritmo = 9. 2347.

Metà = 4. 8678.

Ed aggiungendovi la Caretteristica = 3. 0000.

Sarà il Logaritmo costante per la Serie delle esperienze presenti = 7. 8678.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp.

Esp. III.

Abbassamento della Ventola soldi 5.

Angolo medio = 63. 52.

Complemento = 26. 28. } Log. cost. = 4 = 7. 8678.

Logaritmo = 9. 6439. } Sottrattivo = 4. 8219.

Metà = 4. 8219. } Residuo = 3. 9459.

a cui si devono parti 11. 11. di velocità.

Esp. IV.

Angolo medio = 57. 19. Abbassamento soldi 5.

Complemento = 32. 41. } Log. cost. = 4 = 7. 8678.

Logaritmo = 9. 7323. } Sottrattivo = 4. 8661.

Metà = 4. 8661. } Residuo = 3. 6617.

a cui si deve la velocità di parti 10. 04.

Esp. V.

Angolo medio = 58. 34. Abbassamento soldi 5.

Complemento = 31. 26. } Log. cost. = 4 = 7. 8678.

Logaritmo = 9. 7172. } Sottrattivo = 5. 8586.

Metà = 4. 8586. } Residuo = 3. 0092.

a cui si deve la velocità di parti 10. 26.

Esp. VI.

Angolo medio = 48. 34. Abbassamento soldi 5.

Complemento = 41. 36. } Log. cost. = 4 = 7. 8678.

Logaritmo = 9. 8206. } Sottrattivo = 4. 9103.

Metà = 4. 9103. } Residuo = 2. 9575.

a cui compete la velocità di parti 9. 07.

Esp.

Esp. VII.

Angolo medio	= 49. 7.	Abbassamento soldi	5.
Complemento	= 41. 53.	Log. cos.	= 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 9122.	Sottrattivo	= 4. 9164.
Metà	= 4. 9164.	Residuo	= 2. 9514.

a cui corrisponde la velocità di parti 8. 94.

Esp. VIII.

Angolo medio	= 46. 45.	Abbassamento soldi	5.
Complemento	= 43. 25.	Log. cos.	= 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 8358.	Sottrattivo	= 4. 9128.
Metà	= 4. 9128.	Residuo	= 9. 5499.

a cui competono patti 8. 91. di velocità.

Esp. IX.

Angolo medio	= 40. 22.	Abbassamento soldi	5.
Complemento	= 49. 38.	Log. cos.	= 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 8816.	Sottrattivo	= 4. 9409.
Metà	= 4. 9409.	Residuo	= 2. 9269.

a cui deve esser la velocità di parti 8. 45.

Esp. X.

Angolo medio	= 37. 15.	Abbassamento soldi	5.
Complemento	= 52. 45.	Log. cos.	= 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 9009.	Sottrattivo	= 4. 9504.
Metà	= 4. 9504.	Residuo	= 2. 9174.

a cui corrisponde la velocità di parti 8. 17.

Esp. XI

Angolo medio	= 37. 06.	Abbassamento soldi 5.
Complemento	= 52. 54.	Log. cost. = 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 9230.	Sottrattivo = 4. 9448.
Metà	= 4. 9515.	Residuo = 2. 9167.

a cui deve la velocità di parti 8. 25. Essendo seguito il solito abbassamento della Ventola.

Esp. XII.

L'Angolo medio essendo l'istesso dell'Esperienza XI. farà il suo medesimo Complemento, e Logaritmo, e perciò sarà l'istessa velocità di parti 8. 25. Essendo seguito il solito abbassamento della Ventola.

Esp. XIII.

Angolo medio	= 37. 26.	Abbassamento soldi 5.
Complemento	= 52. 34.	Log. cost. = 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 8998.	Sottrattivo = 4. 9499.
Metà	= 4. 9499.	Residuo = 2. 9179.

a cui conviene la velocità di parti 8. 28.

Esp. XIV.

Angolo medio	= 33. 7.	Abbassamento soldi 5.
Complemento	= 56. 53.	Log. cost. = 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 9230.	Sottrattivo = 4. 9615.
Metà	= 4. 9615.	Residuo = 2. 9063.

a cui corrisponde la velocità di parti 8. 06.

Esp.

Esp. XV.

Angolo medio	= 31. 26.	Abbassamento foldi 5.	
Complemento -	= 58. 34.	{ Log. cost. - -	= 7. 8678.
Logaritmo - -	= 9. 9310.	{ Sottrattivo - -	= 4. 9655.
Metà -	= 4. 9655.	{ Residuo - -	= 2. 9023.

a cui si deve la velocità di parti 7. 99.

Esp. XVI.

Angolo medio	= 30. 52.	Abbassamento foldi 5.	
Complemento -	= 59. 58.	{ Log. cost. - -	= 7. 8678.
Logaritmo - -	= 9. 9336.	{ Sottrattivo - -	= 4. 9668.
Metà -	= 4. 9668.	{ Residuo - -	= 2. 9010.

a cui corrisponde la velocità di parti 7. 96.

Esp. XVII.

Angolo medio	= 15. 11.	Abbassamento foldi 5.	
Complemento -	= 74. 49.	{ Log. cost. - -	= 7. 8678.
Logaritmo - -	= 9. 9845.	{ Sottrattivo - -	= 4. 9922.
Metà -	= 4. 9922.	{ Residuo - -	= 2. 8756.

a cui si deve la velocità di parti 7. 52.

Esp. XVIII.

Angolo medio	= 5. 37.	Abbassamento foldi 5.	
Complemento -	= 84. 23.	{ Log. cost. - -	= 7. 8678.
Logaritmo - -	= 9. 9979.	{ Sottrattivo - -	= 4. 9984.
Metà -	= 4. 9984.	{ Residuo - -	= 2. 8694.

a cui corrisponde la velocità di parti 7. 40.

Esp. XIX.

Angolo medio	= 3. 19.	Abbassamento soldi 5.
Complemento	= 86. 41.	} Log. cost. - - = 7. 8678.
Logaritmo	= 9. 9992.	
Merà	= 4. 9996.	} Sottrattivo - - = 4. 9996.
		} Residuo - - = 2. 8682.
a cui si conviene la velocità di parti 7. 38.		

In questa quarta Serie di esperienze, gli abbassamenti della Ventola sono stati 17, ciascuno di essi di soldi 5, che fanno braccia 4. soldi 5, a cui aggiungendosi l'altezza della Ventola di soldi 5. 00. nella prima sua immersione dell'acqua sono braccia 4. 10. 00. di profondità.

Num. 224 Le particolari riflessioni, che merita questa quarta, ed ultima Serie, sono, che in esse la Ventola fu formata di lunghezza braccia 2, e di altezza soldi 5. 11 che fu fatto per diminuire la profondità del primo Strato terminato colla superficie. Questa nelle prime esperienze era di soldi 12. 50. cent., e perciò non poteva con essa bene scuoprirsì la massima velocità vicina alla superficie, laddove facendo l'altezza della Ventola di soldi 5, e della stessa dimensione le successive immersioni, o siano abbassamenti, potevasi più precisamente rilevare la massima velocità. In tutte queste esperienze corrisposero alla mia espettrativa. Poichè supponendo la velocità superficiale di parti 10. 00.

Al primo abbassamento dell'Esp. III. erano 11. 11.

Ed al secondo dell'Esp. IV. di - - - 10. 04.

Ed al terzo dell'Esp. V. di - - - 10. 21.

Sicchè la massima velocità tornava a soldi 10. sotto la superficie, ed all'Esp. V. soldi 20, cioè braccia 1. sotto della superficie, si mantiene la velocità maggiore della superficiale.

M

Ma all'Esp. VI. fino all'ultima, che è la XIX. la velocità va in diminuzione prima con lentezza maggiore fino all'Esp. XIII., e poi con più celeri decrementi fino al fondo, o almeno a foldi circa 7. di altezza del medesimo. Non nuoce punto a tali decrementi, che qualche volta le velocità appariscano quasi costanti, e qualche volta ancora retrograde, giacchè trattandosi di poche parti millesime, tali deviazioni della scala dectescente debbono attribuirsi alle oscillazioni del fluido, alla difficoltà di sì delicate sperienze, ed ancora alle resistenze, che prova il pernio inferiore dell'Albero, le quali nelle tre prime Classi non possono esser sensibili, perchè il peso aggravato era di libbre 40, 50, e 60, ma essendo in questa quarta Serie il peso di sole libbre 5, qualche oncia di resistenza del detto pernio ha una sensibil proporzione con dette libbre. Può valutarfi tal resistenza di once 6, e perciò farà il peso aggravato al peso equivalente alla resistenza del detto pernio, come 10:1, cioè esso è il decimo del peso totale. Ora sarebbe facile a calcolare, che tal parte decima può introdur benissimo quelle piccole anomalie, che si osservano. Siechè potremo asserire, che fino a braccio 1. di profondità le velocità mostransi maggiori, che nella superficie, che passata tal profondità le velocità decreiscono assai lentamente, e che poi vanno scemando con maggior celerità nel maggiore accostamento al fondo del Castello.

COROLLARIO GENERALE

Dell' Articolo presente.

Num. 255. Gettando adunque lo sguardo in generale a tutte le nove Classi di queste Sperienze Idrauliche, potremo con

L 1 2

sicu-

sicurezza dedurre, che in qualunque maniera si cangino le circostanze delle medesime, cioè

O il Canale sia prossimo al Mare, come era nel Lago di Castiglione, o esso sia ben lontano, come nel ramo prefcelto del Fiume Arno.

O la profondità delle acque correnti sia piccola, come era nel detto Lago, o sia grande come sul Fiume Arno.

O la velocità delle acque alla superficie sia tenue, come nel Lago, e nelle ultime sperienze sull'Arno, o sia maggiore, come nelle tre prime Classi del Fiume Arno.

O l'esperienze si eseguiscono in Canali artificiali, o ne naturali Alvei de' Fiumi.

O la superficie percossa dal fluido sia piccola, o sia grande.

O la distanza del centro del moto dal centro di gravità sia maggiore, o sia minore, sempre la natura ci palesa gl'istessissimi fenomeni cioè.

I. Che la massima velocità sia assai prossima alla superficie.

II. Che essa da principio vada lentamente diminuendo, mostrandosi spesso quasi costante nelle intermedie profondità.

III. Che da esse profondità verso il fondo facciano assai più celeri i decrementi.

IV. Che all'altezza del vero fondo del Fiume ora di soli 3, ora di 8, ed ora di 15. le velocità son le minime.

V. Che il decremento dalla superficie al fondo in alcune sperienze sia del quinto della velocità totale. Ma che in altre, i decrementi sono ancora maggiori. Così nella quarta Serie delle sperienze fatte sull'Arno, la massima velocità è espressa da parti 1114, è la minima verso il fondo 738, cioè la massima

sima alla minima, come 3: 2. allai prossimamente, e così il decremento è stato di una terza parte della massima velocità.

Si accosta al medesimo risultato la seconda Serie, in cui l'ultima velocità è di parti 707. Dal che potremo dedurre il seguente fenomeno, cioè

VI. Che quanto sono maggiori le profondità delle acque correnti, tanto sono maggiori le differenze delle velocità dalla superficie sino alla prossimità del fondo.

Parc, che in questi sei generali fenomeni sia racchiusa la vera, ed inviolabil legge, colla quale la natura fa correre gli Strati delle acque dalla superficie sino al fondo de' Fiumi. E siccome essa è affatto contraria a quelle scale di velocità, che gli Antori Idraulici sin qui anno adoperata, come una Ipotesi per calcolare le portate de' Fiumi, e gli effetti dell'unione, e diramazione de' medesimi, così sarà indispensabile di abbandonarla, per applicarci a meglio rintracciare la vera figura delle diverse velocità, nella quale possano verificarsi i predetti fenomeni.

Poichè quanto le numerose mie sperienze sono sufficientissime per escludere le figure triangolari, e le Paraboliche, che aumentano le celerità dalla superficie sino al fondo, altrettanto esse sono maneani per istabilire una quantità di semiordinate, per cui debba passare la vera curva delle velocità. Troppo ancora manca per determinare la massima velocità, sì in ordine al suo valore, che in ordine alla sua posizione.

Num. 226. Troppo manca per fissare la vera legge de' decrementi, lentissima nelle medie profondità, e celere nelle maggiori.

Man-

Manca pure uno degli elementi più rilevanti, per potere stabilire la velocità della superficie ad altezze diverse dello stesso Fiume.

Mancano sperienze fatte nelle piene medesime, le quali e' insegneranno assai più, che non fanno le acque ordinarie de' Canali, e de' Fiumi.

Tutto questo è il riserbo ad un secondo mio opuscolo, su i fenomeni naturali delle piene de' Fiumi.

Vo fabbricando degli altri Castelli da inoltrare nelle piene medesime, da reggere alle loro forze, da misurare le velocità superficiali ad altezze diverse, e le velocità inferiori alla stessa altezza.

Num. 227. Io non posso abbastanza esprimere le gran difficoltà, che rendono quasi impossibile una tale impresa, ma pur mi confido, che le mie sperienze reggeranno alle piene almeno mezzane, ma non so, se collo stesso successo possano soggettarli a qualche certa misura le piene massime.

Le leggi delle piene son quelle, che più interessano la vera Idrodinamica. Queste son necessarie per risolvere non già idealmente, ma con tutta verità i Problemi delle portate de' gran Fiumi, come pure un numero grandissimo di altri Problemi, che si fondano sulle stesse portate.

Per ora a me basta di aver dimostrato, che le leggi adoperate finora sono immaginarie, e che le vere operazioni della natura possono ridursi a sei generali fenomeni, almeno per le sperienze fatte in Canali, e Fiumi ad acque mediocri.

Il più preciso valore di ciascun di detti fenomeni, e la loro applicazione alle piene de' Fiumi, sarà un nuovo mio tentativo, al quale vo accingendomi con qualche speranza di quell'esito, che si desidera.

Per

Per sottopotte ad una breve occhiata tutte le Classi delle sperienze registrate, e ridotte in quest'Articolo, le racchiuderò in nove Tavole, in ciascuna delle quali sarà notato il numero delle sperienze.

La profondità dello Strato a cui sono state fatte.

Gli angoli dell'incidenza osservati,

E finalmente le velocità rispettive in parti proporzionali, che faranno le parti millesime.

Num. 228. Chi vorrà ridurre tali parti nelle velocità reali espresse in soldi, e parti centesime, potrà farlo, prevalendosi delle velocità dell'Articolo antecedente. Ma è ben che si avverta, che variando le velocità tanto nel Canal di Castiglione, quanto nello scelto ramo del Fiume Arno non solo da un giorno all'altro, ma ancora dentro un'ora, ed ancor meno, non possono riferirsi con esattezza le velocità delle sperienze antecedenti alle susseguenti, e per questo io mi sono appagato delle velocità proporzionali dalla superficie fino al fondo, o in vicinanza al medesimo. Avendo però esattamente la velocità reale della prima Serie, in essa le velocità inferiori sono state calcolate tanto in parti reali, che in parti proporzionali, le quali sole son registrate nella Tavola.



*Delle sperienze fatte nel Lago di Castiglione, come al N.° 14.
del Libro I., col peso costante di libbre 12.*

Sperienze	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti pro- porzionali Parti Millie.
	Saldi	Cent.	Gradi	Min.	
I.	10.	00.	35.	00.	1000.
II.	15.	00.	34.	45.	1016.
III.	20.	00.	40.	00.	956.
IV.	25.	00.	44.	45.	914.
V.	30.	00.	53.	30.	855.
VI.	35.	00.	57.	30.	772.

Col peso costante di libbre 6., come al N.° 15. del Libro I.

Sperienze	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti pro- porzionali Parti Millie.
	Saldi	Cent.	Gradi	Min.	
I.	10.	00.	21.	30.	1000.
II.	15.	00.	21.	30.	1000.
III.	20.	00.	24.	00.	949.
IV.	25.	00.	26.	00.	915.
V.	30.	00.	27.	45.	888.
VI.	35.	00.	29.	45.	858.
VII.	40.	00.	30.	15.	853.
VIII.	45.	00.	32.	37 1/2.	824.

Col peso di libbre 9., come al N.° 16. del Libro I.

Spesante	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti proporzionali Fatti Millef.
	Soldi	Centi.	Gradi	Min.	
I.	10.	00.	37.	30.	1000.
II.	15.	00.	39.	30.	978.
III.	20.	00.	36.	30.	1012.
IV.	25.	00.	36.	30.	1012.
V.	30.	00.	00.	42 $\frac{1}{2}$.	836.

Col peso di libbre 6., come al N.° 18. del Libro I.

Spesante	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti proporzionali Fatti Millef.
	Soldi	Centi.	Gradi	Min.	
I.	10.	00.	37.	59.	1000.
II.	15.	00.	39.	15.	978.
III.	20.	00.	37.	45.	1008.
IV.	25.	00.	38.	30.	990.
V.	30.	00.	38.	15.	936.
VI.	35.	00.	36.	30.	887.
VII.	40.	00.	44.	00.	821.
VIII.	45.	00.	47.	15.	797.
IX.	50.	00.	53.	30.	763.

*Col peso costante di libbre 8., come al N.° 20.
del Libro I.*

Sperimento	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti proporzionali Forte Millaj.
	Soldi	Gradi	Gradi	Min.	
I.	10.	00.	36.	30.	1000.
II.	15.	00.	39.	00.	972.
III.	20.	00.	38.	00.	978.
IV.	25.	00.	41.	00.	952.
V.	30.	00.	46.	00.	909.
VI.	25.	00.	47.	00.	901.
VII.	40.	00.	66.	30.	805.

Num. 234.

Tavola I.

*Delle sperienze fatte nel Fiume Arno. Col peso costante
di libbre 60., come al N.° 39. del Libro I.*

Sperienze	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in piedi per secondo Punti Molles.
	Saldo	Cres.	Gradi	Min.	
I.	12.	50.	40.	30.	1000.
II.	18.	75.	49.	30.	1000.
III.	25.	00.	40.	8.	1004.
IV.	31.	25.	41.	36.	989.
V.	37.	50.	50.	45.	916.
VI.	43.	75.	48.	25.	932.
VII.	50.	00.	48.	46.	929.
VIII.	56.	25.	49.	12.	926.
IX.	62.	50.	53.	39.	892.
X.	68.	75.	56.	25.	883.
XI.	75.	00.	57.	53.	875.
XII.	81.	25.	59.	45.	867.
XIII.	87.	50.	65.	30.	845.
XIV.	93.	75.	71.	20.	827.
XV.	100.	00.	73.	45.	823.
XVI.	106.	25.	10.	00.	806.

M m 2

Ta-

Col peso costante di libbre 40., come al N.° 40. del Libro I.

Spersione	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti pro- porzionali Pesi Millaf.
	Soldi	Gradi	Gradi	Min.	
I.	12.	50.	22.	34.	1000.
II.	18.	75.	22.	23.	1004.
III.	25.	00.	23.	15.	986.
IV.	31.	25.	24.	27.	963.
V.	37.	50.	25.	53.	892.
VI.	43.	75.	29.	20.	825.
VII.	50.	00.	31.	00.	863.
VIII.	56.	25.	29.	23.	885.
IX.	62.	50.	50.	00.	876.
X.	68.	75.	32.	23.	847.
XI.	75.	00.	32.	15.	843.
XII.	81.	25.	35.	8.	817.
XIII.	87.	50.	36.	27.	804.
XIV.	93.	75.	37.	30.	794.
XV.	100.	00.	41.	8.	759.
XVI.	106.	25.	50.	8.	707.

Num. 236.

Tavola III.

Cal peso costante di libbre 50., come al N.° 42. del Libro I.

Speranza	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti pro- porzionali Pace Mollif.
	Soldi	Cent.	Gradi	Min.	
I.	19.	50.	30.	35.	1000.
II.	18.	75.	31.	8.	987.
III.	15.	00.	30.	12.	972.
IV.	31.	15.	30.	19.	971.
V.	37.	5.	34.	30.	943.
VI.	43.	75.	34.	26.	944.
VII.	50.	00.	34.	53.	939.
VIII.	56.	25.	34.	45.	940.
IX.	62.	50.	34.	53.	939.
X.	68.	75.	37.	23.	911.
XI.	75.	00.	37.	23.	911.
XII.	81.	15.	39.	30.	890.
XIII.	87.	50.	41.	15.	874.
XIV.	93.	75.	42.	45.	862.
XV.	100.	00.	44.	30.	848.
XVI.	106.	75.	56.	00.	780.

Ta

Col peso costante di libbre 5., come al N.° 48. del Libro I.

Spiracee	Profondità		Angoli d'incidenza		Velocità in parti per- sonnali Pace Mollaf.
	Taldi	Cost.	Gradi	Min.	
I.	5.	00.	23.	30.	1000.
II.	10.	00.	26.	28.	1111.
III.	15.	00.	32.	1.	1013.
IV.	20.	00.	31.	26.	1021.
V.	25.	00.	41.	26.	907.
VI.	30.	00.	42.	53.	894.
VII.	35.	00.	43.	15.	891.
VIII.	40.	00.	49.	32.	845.
IX.	45.	00.	52.	45.	827.
X.	50.	00.	53.	00.	825.
XI.	55.	00.	53.	00.	825.
XII.	60.	00.	52.	34.	822.
XIII.	65.	00.	56.	53.	806.
XIV.	70.	00.	52.	34.	799.
XV.	75.	00.	59.	8.	796.
XVI.	80.	00.	74.	49.	751.
XVII.	85.	00.	84.	23.	740.
XVIII.	90.	00.	86.	41.	738.

AR-

ARTICOLO V.

*Qual sia la diminuzione delle velocità de' Canali, e de' Fiumi
dal Filone di mezzo verso le Ripe.*

Num. 238. **E** Stata nella mia introduzione accennata la necessità di conoscer ne' Fiumi non solamente la scala delle velocità de' diversi Strati di fluido a diverso profondità, ma eziandio quella, che dalla massima velocità, che osservasi nel Filone di mezzo, va notabilmente diminuendo tanto a destra, che a sinistra andando verso le due Ripe. E' stato pur rilevato, che tal decremento di velocità s'inoltra tanto da dette Ripe verso i fili di mezzo, che essa non può mai attribuirsi alle resistenze delle stesse Ripe, le quali quando ancora propagassero i loro effetti uno, o due braccia lungi dalle stesse Ripe, non sarà mai credibile, che possano farle giugnere a braccia 6, 12, e 50, come è stato osservato. Non sarà mal fatto, che io su tal proposito tratti delle Sperienze fatte molti anni sono, per pigliare le prime idee di tal ritardata celerità. Tralle altre, che trasacerò, una su da me più volte replicata in questa forma.

Ho trascelto un ramo di Canale, e di Fiume, dove l'alveo era più regolare, ed il filone dell'acqua mostravasi quasi nel mezzo. Avendone misurata la larghezza, ho formato una funicella distinta di braccio in braccio di sagheri tondi, a guisa di quelli, che usano nelle Pesche di Sciabiche. Con tali gal-

galleggianti si tiene a galla tutta la fune dalla Ripa destra alla sinistra. Ad un semplice cenno si fa abbandonare detta fune alle due Persone, che la ritenevano perpendicolarmente alle Ripe. Allora in due, o tre secondi di tempo la fune incomincia a formare una curva di tanto maggior regolarità, quanto è più regolare l'alveo del Canale. La concavità di tal fune è rivolta verso le parti superiori, e la sua convessità verso le inferiori del medesimo. Va tal concavità sempre più incurvandosi, ed i due rami della curva si vanno sempre più accostando, finchè tali due rami si congiungano, ed allora i globi di sughero si dispongono nel filone dell'acqua, e così seguitano a correre in giù, finchè non siano ripigliati con un Barchino. Un tal curioso fenomeno non può certamente seguire senza una diminuzione di forze, e perciò di celerità dalle parti di mezzo verso le Ripe.

Num. 139 Lo stesso fenomeno si osserva, gettando nel tempo stesso un gran numero di Galleggianti sciolti in tutta la larghezza del Fiume. Poichè essendo essi all'ingiù rapiti con diverse velocità, si distribuiscono ancor essi, come nel Perimetro di una curva, che volge alle parti superiori la sua concavità, e tal concavità va sempre ristringendosi, diminuendo i suoi rispettivi tagg), quanto più tempo consumano i Galleggianti a fecondare le diverse velocità de' fili correnti.

Num. 140. E per indagare, se la massima velocità appartenga ad una piccola, o ad una maggior larghezza intermedia del Fiume, spesso mi sono prevalso di bastoni di legno ora più lunghi, ed ora più corti abbandonati alla corrente di mezzo, la quale se fosse di uniforme velocità per la larghezza di molte braccia, dovrebbe restare la posizione de' Galleggianti nello stesso

stesso stato in cui si abbandonano alla corrente. Ma la cosa non va così. Poichè appena trascorsi pochi secondi il Galleggiante, benchè di due, o di tre braccia di lunghezza, incomincia ad inclinare la sua direzione, uniformandola in breve tempo alla direzione del filone intermedio. Segno evidente, che neppure per due o tre braccia l'intermedia velocità si conserva costante, ma subito incomincia a diminuire grado per grado. Come mai potremo noi concepire, che tal diminuzione alla distanza di 40, e più braccia possa essere originata dagli attriti, e resistenza delle Ripe tanto distanti?

Num. 241. Qual sia poi la scala di tali velocità decrefcenti, non è così facile a dirlo, nè io ho tali, e tante sperienze per darne una giusta idea. Assaiissime sono le sperienze de' Galleggianti sparse in tutto il Libro I., i quali accostandosi alle Ripe rallentavano il loro moto. Merita però più, che ogni altra sperienza di esser considerata quella Serie, che è registrata nel detto Libro al N.° 7. Ivi furono fatte replicate sperienze, prima per determinare la velocità del filone di mezzo, che sulla fine del N.° 6. si fissa di 3'. 6". per trascorrere il viaggio di braccia 128. Indi si passa a determinare il tempo di un Galleggiante, che si potè conservare alla distanza di braccia 3. dalla Ripa. E esso nell'Esperienza I. vi consumò il tempo di - 5'. 28".

E nella seconda facendo lo stesso viaggio vi consumò il tempo - - - - - 5'. 20".

Onde il tempo medio sarà - - - - - 5'. 24".

Indi procurai, che un altro Galleggiante fosse collocato alla distanza dalla Ripa di braccia 6. Il quale alla prima Esperienza vi consumò - - - - - 3'. 56".

N n

Ed

Ed alla seconda - - - - - $\frac{47. 00''}{31. 58''}$.

E così il tempo di mezzo sarà - - - - - $\frac{47. 00''}{31. 58''}$.

Essendo i tempi in ragion reciproca delle velocità, potremmo inferire, che la massima velocità del mezzo, che era la distanza di braccia 12, dalle Ripe, era di $\frac{1}{186}$.

La velocità alla distanza di braccia 6, era di $\frac{1}{238}$.

E finalmente la velocità alla distanza di braccia 3, era di $\frac{1}{324}$.

In numeri semplici assai prossimi al vero, possono esprimersi queste tre velocità come i tre numeri 5, 4, 3, e con maggior precisione, come 54, 42, 31.

La gran difficoltà di conservare il Galleggiante per una linea parallela alle Ripe, mi ha impedito il maggior numero di tali sperienze, persuadendomi, che esse vadano eseguite coll'ajuto di una macchinetta, la cui idea si ritroverà al N.° 137. e 138.

Num. 242. Intanto però da queste prime sperienze potremmo rilevare, che dal filone di mezzo al filo di braccia 6, la velocità è diminuita dal N.° 54. al N. 42.; e da questo al filo distante dalla Ripa braccia 3. è diminuita dal 42. al 31. E perciò non pare, che possa attribuirsi tal diminuzione di moto alla scabrosità delle Ripe, che non può produrre un effetto sensibile alla distanza di braccia 3, e molto meno di braccia 6.

Num. 243. Mi si domanderà in questo luogo, qual dunque sarà l'origine di tal fenomeno, se l'irregolarità delle Ripe non possa cagionarlo? Io ho accennato la risposta nella mia introduzione, ed in questo punto mi conviene svilupparla un poco meglio. A tale intendimento conviene rivolgere uno sguardo alla figura dell'Alveo de' Fiumi, la quale non si forma a caso, ma dipende ancor essa dalle leggi inviolabili prescritte dalla natura al movimento delle acque ne' diversi loro Strati, e ne' diversi

diversi fili orizzontali. Tali figure di Alvei sono di due classi, la prima distendesi verso la Ripa destra, e sinistra con due rami simili, ed uguali, avendo il suo vertice nel mezzo dell'Alveo. Tale può concepirsi la figura $BmVgd$ (fig. XIV.), nella quale Bb , Cc sono le due opposte Ripe. Il punto V infimo è il vertice della curva, ed i due rami VmD , Vgd si suppongono simili, ed uguali. E benchè non accada mai una perfetta somiglianza, ed uguaglià di detti rami, pure non sono rari i casi, ne quali una prossima somiglianza, ed uguaglià si osservi, con gettar diversi scandagli dal mezzo verso le Ripe, i quali a distanze uguali dal mezzo, o sia dall'asse della curva AV , le semiordinate si trovino prossimamente uguali.

Num. 244. La seconda classe degli Alvei, che è comunissima accade quando accostandosi il maggior fondo più ad una Ripa, che all'altra opposta, i due rami sono dissimili, e disuguali. Tale rappresentasi la fig. XV., nella quale l'asse della fig. AV è lungi dal mezzo, accostandosi più alla Ripa Bb , che all'opposta Cc col ramo DmV , dissimile al ramo opposto dgV . Allora il maggior fondo del Fiume, che è sul vertice V si appressa alla Ripa Bb . Or tanto nella prima, che nella seconda figura dell'asse della curva, dove la colonna del fluido è massima, le altre laterali colonne Ff , Gg (fig. XIV., e XV.) vanno sempre diminuendo, annullandosi a quel punto della Ripa, o delle Ripe, dove giugne la superficie attuale del fluido. Qualunque siasi mai la curva dell'Alveo, o di rami uguali, o di rami inuguali, sempre farà vera la successiva diminuzione delle colonne aquee dall'asse della curva, verso le due Ripe destra, e sinistra.

N n :

Num.

Num. 245. Dico adunque, che da tal proprietà della figura degli Alvei, possiamo noi derivare la cagione della diminuzione delle velocità superficiali, le quali appunto sono massime nel maggior fondo, o sia nella colonna, che coincide coll'asse della curva, e poi vanno diminuendosi a destra, ed a sinistra, come appunto fanno le velocità orizzontali per una normale alle Ripe. Ce ne presenta l'esperienza le prove più convincenti.

Poichè in primo luogo, quando le figure degli Alvei sono della prima classe, osservasi il filone, e la massima velocità delle acque appunto nel mezzo, dove la colonna aquea è maggiore. E quando al contrario la figura è della seconda classe, allora il filone, e la massima celerità si accosta alla Ripa più da una parte, che dall'altra, come nella fig. XV.

Num. 246. In secondo luogo nella prima figura degli Alvei, le velocità a distanze uguali dall'asse a destra, e sinistra si ritrovano uguali, ma non accade così nella seconda classe degli Alvei, dove a distanze uguali le velocità son disuguali, e per trovare le uguali velocità conviene arrivare a que' punti, dove le due colonne aquee a destra, ed a sinistra sono uguali, segno assai chiaro, che le velocità dipendono unicamente dall'altezza delle colonne. Un non piccolo numero di esperienze potrei addurre, per comprovare l'assunto, se esso fosse dubbioso, ma lusingandomi, che non vi sia Idraulico sperimentatore, che voglia impugnarlo, mi risparmierò la fatica nel descrivere il novero de' miei sperimenti.

Num. 247. La ragione è d'accordo coll'esperienza. Poichè supponghasi in primo luogo, che la gravitazione delle colonne aquee operi senza alcuna resistenza, e sarà ben manifesto,

sto, che allora la scala delle velocità da cima a fondo della colonna, farebbe una Parabola Apolloniana, la cui quadratura divisa per l'altezza ci presenterebbe la velocità media, e raggiagliata. Se adunque le dette colonne dall'asse della curva verso le Ripe anderanno decrefcendo, decrefceranno pure le Aree Paraboliche, e dovendo esse dividersi per un'altezza minore, decrefceranno le velocità medie, e raggiagliate delle colonne decrefcanti fecondo la natura della Parabola. Questa ci darà ancor la legge di tali decrementi.

Num. 248. Poichè sia una qualunque ascissa $= x$, e la sua semiordinata $= y$, farà la quadratura uguale a $\frac{2}{3}xy$. Ma trattandosi qui di una semplice proporzione, si trascherà la frazione, e farà la quadratura, come xy . Dovendo adunque divider per l'altezza, per ottener la media velocità, essa sarà come le y . Ma per la natura di questa curva sarà sempre y , come \sqrt{x} . Onde le velocità medie e raggiagliate delle diverse colonne aquee, saranno in ragioni sudduplicata delle loro altezze, o delle profondità del fluido.

Num. 249. Elegantissima sarebbe tal Teoria, se avesse luogo nel caso de' nostri Fiumi. Ma è stato dimostrato nell'Articolo antecedente, che la legge delle vere velocità realmente è lontanissima dalle semiordinate Paraboliche. La gravitazione delle colonne aquee trova una resistenza nelle Sezioni inferiori del Fiume, che non lasciano libera la loro azione alle colonne, e Sezioni superiori. Gli Strati aquei a diverse profondità dovendo correre per la legge primitiva con differenti velocità, si resistono scambievolmente. Indi è, che la figura parabolica si viene a trasformare in un'altra totalmente diversa, quale è stata dedotta colle numerose sperienze dell'Articolo precedente.

tc.

te. Nasce di quà un secondo caso delle gravitazioni impedite. In esso non possiamo certamente assegnare, almeno per ora, la legge delle velocità decrescenti nelle colonne acque laterali all'asse della curva. Possiamo però assicurare, che esse scemano con qualche rapporto all' altezza delle colonne. E se in mancanza della vera legge si assumesse l'ipotesi, che le velocità primitive fossero proporzionali alle velocità medie attuali, per quanto esse siano impedite, e scemate dalle molteplici resistenze, ne nascerebbe lo stesso Teorema, che le colonne laterali delle acque correnti scemassero di velocità nella ragion sudduplicata delle loro altezze.

Num. 250. Se adunque fosse data la curva dell'Alveo, da essa potrebbe dedursi l'altra curva delle velocità laterali, e da essa potrebbe dedursi la velocità media, che chiameremo *laterale*, per distinguerla dalla velocità media delle colonne verticali. Da queste due velocità deve comporsi la velocità media, che chiameremo appunto *composta*, perchè essa non solo dipende dalla vera scala delle velocità verticali, ma eziandio dall'altra scala delle velocità laterali orizzontali, disposte per la linea normale alle Ripe.

Riflessioni intorno al difetto degli Elementi, onde ben calcolare la vera portata de' Fiumi.

Num. 251. Benchè nell'Articolo antecedente siasi accennata la mancanza, nella quale ci troviamo, per ben calcolare la vera portata de' nostri Fiumi, contuttociò avendo nel presente Articolo dimostrata la necessità di pigliare in considerazione le velocità laterali de' fili delle acque correnti, mi sembra

bra questo il luogo opportuno, per rilevare quanto noi siam ancora lontani dal calcolo delle vete portate, per mancanza degli Elementi indispensabili a tal problema fondamentale dell'Idraulica.

Per procedere con chiarezza conviene prima esporre con ogni maggior brevità, e che mai riduceli il metodo finora adoperato a tal soluzione.

Si suppone in primo luogo, che le portate di un Fiume, cioè tutta la massa delle sue acque, che passa per una data Sezione, e di un tempo dato, sia in ragion composta della Sezione dell'Alveo, e della velocità media, e raggiagliata di tutti i fili correnti. E tal Teorema, se la velocità media sia intesa in tutti i sensi, è certissimo.

Si suppone in secondo luogo, che le acque corrano per un Canale di figura regolare, e di sezione rettangola, in modo tale, che coll'unione di acque nuove, altro non si faccia, che mutar sezione nella sola sua altezza, tenendo costante la larghezza della medesima. Per quanto un tal secondo supposto possa aver luogo ne' Canali artificiali, non lo ha certamente ne' Fiumi, che la natura va regolando con escavare i loro Alvei in larghezza, e profondità tanto maggiore, quanto è maggiore l'influenza delle acque nuove.

Si suppone in terzo luogo, che la scala delle velocità sia una sola in tutta la larghezza, ed altezza dell'Alveo, e che essa sia Parabolica secondo più Autori. Ma in realtà conviene aggiugnere alla scala delle velocità verticali, quella ancora delle colonne laterali, come è stato rilevato in quest'Articolo. Inoltre la scala delle vete velocità osservata dalla natura è ben lontana dalla Parabolica, come dimostrano le lunghissime sperienze dell'Articolo precedente. Il vertice della

Scala

scala Parabolica da alcuni si colloca alla superficie delle acque correnti, da altri poco sopra, cioè di tanto, che la caduta possa generare la velocità della superficie.

Num. 152. Presupposte tali ipotesi, sia l'ascissa Parabolica $=x$ avremo indi la velocità media $=\sqrt{x}$, come al N.° 145. Sia la larghezza del Canal rettangolo $=L$. Essendo l'altezza della Sezione uguale all'ascissa Parabolica, avremo la portata del Fiume $=Lx\sqrt{x}$. E siccome il valore della L si fa costante, per la sola proporzione vale la formola $x\sqrt{x}$, che rappresenta secondo essi la portata di un Fiume.

Che se tal portata sia data, e sia per esempio $=P$, si otterrà l'equazione $P=x\sqrt{x}$. Onde volendo determinare l'altezza delle acque, cioè il valore di x , sarà secondo tali Autori $P=\sqrt{x^3}$. E così $x=P^{\frac{2}{3}}$, cioè saranno le altezze delle acque, come le radici cubiche de' quadrati delle portate de' Fiumi. Se adunque sia data la portata P del Fiume principale, è la portata p di un secondario, e sia data l'altezza A del principale prima dell'unione, e domandisi la sua altezza dopo l'unione, essa si troverà coll'analogia, come $P^{\frac{2}{3}} : (P+p)^{\frac{2}{3}} = A : x$.

Num. 153. L'insufficienza di tal soluzione è stata da me provata nel mio opuscolo sopra l'unione, e diramazione de' Fiumi, inserito nel Volume dell'Accademia di Siena l'anno 1769. Ora però sotta scorta di tante sperienze, sono nel grado di confermare un tal mio assunto. E' adunque disastrosa tal soluzione, come pure la soluzione di tanti altri Problemi, che dipendono dal calcolo delle portate. E ciò in primo luogo, perchè le sezioni de' Fiumi sono lontanissime dalla figura rettangola, giacchè a misura, che crescono le acque del Fiume primario per la confluenza de' Fiumi secondari, la natura va sempre più esca-

escavando, e dilatando il suo Alveo colla norma di una curva, che affatto ignoriamo.

In secondo luogo, perchè la scala delle velocità verticali è lontanissima dalla Parabolica, come si è provato nell'Articolo quarto.

In terzo luogo, perchè le velocità delle colonne acque laterali vanno decrescendo con una legge, che ancora non sappiamo, come si è comprovato coll'esperienze di questo Articolo V., ed altre assaiissime accennate.

E finalmente perchè dipendendo la vera legge delle velocità verticali dalla velocità superficiale, che va sempre crescendo, quanto più crescono le altezze delle piene, ignorando noi la legge di tali aumenti, non possiamo ancora fissar la base di quella figura, che dee rappresentarci tutta la serie delle inferiori velocità.

Il tempo, la costanza, e l'abilità di altri Sperimentatori Idraulici, che vorranno applicarsi a sì importanti ricerche, farà quella, che fornirà ad una scienza così necessaria all'umana società, tutti gli elementi, se non coll'ultima precisione, almeno con approssimazione discreta, per risolvere con leggi reali i Problemi, che da essi dipendono.

Convien però, che a tal uopo vadano d'accordo la Teoria, e l'esperienza. La prima per appoggiare la soluzione de' più astrusi Problemi a veri moti delle acque correnti, e la seconda per esplorare le vere leggi, colle quali la natura va disponendo le velocità de' differenti Strati, e fili delle acque, che corrono ne' Fiumi reali, e non già immaginarij.

A R T I C O L O VI.

*Delle macchine, e de' metodi per esplorare la velocità
de' Venti.*

Num. 254. **E** Così grande il rapporto, che hanno le macchine diseguate alla misura delle velocità delle acque correnti, colla misura delle velocità de' Venti, che non ho voluto tacerne la facilissima applicazione. Al che m'invita ancora l'importanza di quest'oggetto per la Fisica. Non pare, che gli Anemometri immaginati finora ci procurino le giuste misure di quelle strabocchevoli velocità, che animano il fluido Aereo, per produrre gli effetti, che ogni dì ammiriamo. Veggiamo svellefi da' Venti le piante, e gli alberi più radicati nel terreno. Veggiamo ancora le rovine de' tetti, e delle case. E senza ricorrere a Fenomeni straordinari, non è piccolo quello che veggiamo ogni giorno in tanti, e così vasti Vascelli rapiti dal fluido Aereo a far viaggi affatto stupendi, con superare la resistenza delle acque Marine, di densità ottocento, e novecento volte maggiore, che non è quella dell'aria nostra Atmosferica. Convien pensare, che la velocità della medesima sia veramente esorbitante, per poter produrre una forza proporzionata, per rapire per così dire una Città abitata spesso da mille, e più persone di equipaggio.

Num. 255. La difficoltà di ridurre a giusta misura la velocità dell'aria è stata certamente la vera cagione delle idec
oscu-

oscurissime, che ne abbiamo. Onde non altro compenso resta, per render chiara l'idea di tal velocità, se non quello di adattare la costruzione, e l'uso dell'Anemometro, per indicarci le maggiori celerità de' Venti. Quasi tutte le macchine Idrauliche sarebbero al caso per tal misura. La Teoria è la medesima, purchè alla specifica gravità dell'acqua, si sostituisca quella dell'aria. Che questa sia elastica non ne turba i risultati. Se una macchinetta ci darà il peso equivalente all'impressione del Vento sopra una data superficie, esposta perpendicolarmente alla sua direzione, la stessa formola ce ne porge la velocità, colla sola sostituzione della gravità specifica dell'aria.

Num. 256. Si ripigli adunque la formola del N.° 148, cioè sia l'altezza del fluido aereo sulla base = x .

Sia la superficie in soldi di un braccio quadrato = S .

Sia l'altezza del braccio cubico = A .

Sia il peso di un braccio cubico d'aria = P .

Sia la superficie urtata perpendicolarmente dell'aria = s .

Sia il peso dell'esperienza equivalente alla pressione dell'aria = p .

Sarà $x = \frac{SA}{Ps} p$. Tal formola è dimostrata nel detto N.° 148, ed antecedenti. Ora resta solo di fissare il valore delle lettere. Sarà adunque il numeratore SA uguale al volume di un braccio cubico, cioè soldi cub. 8000. Facciasi la specifica gravità come 850:1. Essendo il peso di un braccio cubico di acqua di libbre 575, come già è stato detto, il peso di un ugual braccio cubico di aria sarà la sua parte 850, cioè di 0.65. centesime di libbra, che prossimamente corrisponde ad once 8. Gioverà nel presente caso di adoperare le once de' pesi, giacchè troppa gran velocità vi vuole, perchè l'aria faccia un im-

pressione equivalente ad una libbra sopra una superficie, che non potrà giugnere a soldi 100. quadrati. Ma sia per tale.

Tal superficie vuol esser piuttosto circolare, e per aver tal superficie fatto il calcolo, vi vuole un diametro di soldi 12. 65. centesime, cioè prossimamente soldi 12. denari 8.

Onde sarà la formola numerica $x = \frac{8000}{8 \times 100} p$.

Se facciasi p di un oncia, cioè = 1.

Avremo $x = \frac{8000}{800} =$ soldi 10. di caduta.

Trattandosi di soldi interi, e non già di parti centesime di soldo, come era al N.^o 100, il Logaritmo costante della velocità sarà non già 0. 41461, come in quell' Articolo, ed altri affiguenti, ma bensì di 1. 41461. Onde aggiungasi al solito la metà del Logaritmo di soldi 10, cioè 0. 50000.

E farà la somma di - - - - 1. 91461, che è il Logaritmo della velocità dell'aria, al quale competono soldi 82. tralasciando le frazioni. Onde se alla superficie circolare del fissato diametro, la cui area sia di soldi \square 100, la forza dell'aria equivalesse ad un'oncia sola, la velocità sua dovrebbe essere di braccia 4. soldi 2. per ogni secondo.

Num. 257. E siccome ad ogni oncia di aumento si devono sempre soldi 10, così per avere le altre velocità dell'aria, basta formare la Serie di soldi 10, 20, 30. 40. ec. ed alla metà del rispettivo Logaritmo aggiungere il già detto Logaritmo costante. Giacchè la somma ci somministra la velocità del fluido aereo competente alle once 1, 2, 3, 4. ec. Così quando la forza dell'aria facesse equilibrio con once 12. cioè con una libbra fiorentina, allora l'altezza della colonna farebbe di soldi 120.

Suo

Suo Logaritmo - - - - - = 2. 07918.

Metà del medesimo - - - - - = 1. 03959.

Logaritmo costante additivo - - - - - = 1. 41451.

Logaritmo della velocità - - - - - = 2. 45420.

al quale debbonfi soldi 285, cioè braccia 14. soldi 5. di velocità dell'aria.

Se il peso equilibrato colla forza dell'aria fosse quadruplo, cioè di libbre 4. allora la velocità farebbe doppia, cioè di braccia 28. soldi 10. E così discorrendo degli altri pesi.

Num. 258. Co' divisari precetti è stata composta la seguente Tavola, nella quale alla prima colonna sono registrati i pesi in once, che si suppongono equilibrati con diverse forze di Venti. Nella seconda si esprimono le altezze, a cui giugne la colonna aerea equilibrata, alle quali corrispondono nella terza colonna le corrispettive velocità dell'aria, che colla sua forza equivale al peso della prima colonna. Ho fatti giugnere i pesi a libbre 10, parendomi difficile, che poco oltre possa avanzarsi la velocità dell'aria, se non che ne' Turbini, e negli Uracani, ne' quali è difficile, per non dire impossibile il ridurre a misura il moto vorticoso.



*Tavola della forza de' Venti espressa in pesi contro
la superficie circolare di soldi 100. quadrati
per dedurne le rispettive velocità.*

Pesi Lib. - On.	Altezza Braccia - Sol.	Velocità Direz. - Sol.	Pesi Lib. - On.	Altezza Braccia - Sol.	Velocità Direz. - Sol.
0. 1.	0. 10.	4. 2.	2. 5.	14. 10.	22. 2.
0. 2.	1. 00.	5. 16.	2. 6.	15. 00.	22. 10.
0. 3.	1. 10.	7. 2.	2. 7.	15. 10.	22. 18.
0. 4.	2. 00.	8. 4.	2. 8.	16. 00.	23. 5.
0. 5.	2. 10.	9. 4.	2. 9.	16. 10.	23. 12.
0. 6.	3. 00.	10. 1.	2. 10.	17. 00.	23. 19.
0. 7.	3. 10.	10. 17.	2. 11.	17. 10.	24. 6.
0. 8.	4. 00.	11. 19.	3. 00.	18. 00.	24. 13.
0. 9.	4. 10.	12. 5.	3. 1.	18. 10.	25. 00.
0. 10.	5. 00.	13. 00.	3. 2.	19. 00.	25. 6.
0. 11.	5. 10.	13. 12.	3. 3.	19. 10.	25. 13.
1. 00.	6. 00.	14. 5.	3. 4.	20. 00.	26. 00.
1. 1.	6. 10.	14. 16.	3. 5.	20. 10.	26. 7.
1. 2.	7. 00.	15. 7.	3. 6.	21. 00.	26. 12.
1. 3.	7. 10.	15. 18.	3. 7.	21. 10.	26. 19.
1. 4.	8. 00.	16. 8.	3. 8.	22. 00.	27. 5.
1. 5.	8. 10.	16. 18.	3. 9.	22. 10.	27. 11.
1. 6.	9. 00.	17. 8.	3. 10.	23. 00.	27. 17.
1. 7.	9. 10.	17. 18.	3. 11.	23. 10.	28. 3.
1. 8.	10. 00.	18. 8.	4. 00.	24. 00.	28. 9.
1. 9.	10. 10.	18. 16.	4. 1.	24. 10.	28. 15.
1. 10.	11. 00.	19. 5.	4. 2.	25. 00.	29. 1.
1. 11.	11. 10.	19. 14.	4. 3.	25. 10.	29. 6.
2. 00.	12. 00.	20. 2.	4. 4.	26. 00.	29. 12.
2. 1.	12. 10.	20. 11.	4. 5.	26. 10.	29. 18.
2. 2.	13. 00.	20. 19.	4. 6.	27. 00.	30. 3.
2. 3.	13. 10.	21. 7.	4. 7.	27. 10.	30. 9.
2. 4.	14. 00.	21. 15.	4. 8.	28. 00.	30. 15.

Paß Lil. - Gae.	Altege Brause - Sal.	Folmish Brause - Sal.	Paß Lil. - Gae.	Altege Brause - Sal.	Folmish Brause - Sal.
4. 9.	38. 10.	31. 0.	7. 5.	44. 10.	38. 15.
4. 10.	29. 00.	31. 6.	7. 6.	45. 00.	38. 19.
4. 11.	29. 10.	31. 11.	7. 7.	45. 10.	39. 4.
5. 00.	30. 00.	31. 16.	7. 8.	46. 00.	39. 8.
5. 1.	30. 10.	32. 2.	7. 9.	46. 10.	39. 12.
5. 2.	31. 00.	32. 7.	7. 10.	47. 00.	39. 16.
5. 3.	31. 10.	32. 11.	7. 11.	47. 10.	40. 00.
5. 4.	32. 00.	32. 17.	8. 00.	48. 00.	40. 5.
5. 5.	32. 10.	33. 4.	8. 1.	48. 10.	40. 9.
5. 6.	33. 00.	33. 7.	8. 2.	49. 00.	40. 13.
5. 7.	33. 10.	33. 12.	8. 3.	49. 10.	40. 17.
5. 8.	34. 00.	33. 17.	8. 4.	50. 00.	41. 1.
5. 9.	34. 10.	34. 3.	8. 5.	50. 10.	41. 5.
5. 10.	35. 00.	34. 8.	8. 6.	51. 00.	41. 9.
5. 11.	35. 10.	34. 12.	8. 7.	51. 10.	41. 13.
6. 00.	36. 00.	34. 17.	8. 8.	52. 00.	41. 18.
6. 1.	36. 10.	35. 2.	8. 9.	52. 10.	42. 2.
6. 2.	37. 00.	35. 7.	8. 10.	53. 00.	42. 4.
6. 3.	37. 10.	35. 12.	8. 11.	53. 10.	42. 9.
6. 4.	38. 00.	35. 17.	9. 0.	54. 00.	42. 14.
6. 5.	38. 10.	36. 1.	9. 1.	54. 10.	43. 17.
6. 6.	39. 00.	36. 6.	9. 2.	55. 00.	43. 1.
6. 7.	39. 10.	36. 10.	9. 3.	55. 10.	43. 4.
6. 8.	40. 00.	36. 15.	9. 4.	56. 00.	43. 9.
6. 9.	40. 10.	37. 00.	9. 5.	56. 10.	43. 13.
6. 10.	41. 00.	37. 4.	9. 6.	57. 00.	43. 17.
6. 11.	41. 10.	37. 8.	9. 7.	57. 10.	44. 1.
7. 00.	42. 00.	37. 13.	9. 8.	58. 00.	44. 5.
7. 1.	42. 10.	37. 17.	9. 9.	58. 10.	44. 9.
7. 2.	43. 00.	38. 2.	9. 10.	59. 00.	44. 12.
7. 3.	43. 10.	38. 6.	9. 11.	59. 10.	44. 16.
7. 4.	44. 00.	38. 10.	10. 00.	60. 00.	45. 00.

Num.

Num. 160. L'uso di questa Tavola potrà ben comprenderfi dalla descrizione, e disegno di quella macchinetta, che mi sembra più delle altre adattata per palesarci le forze de' Venti. Più circostanze conviene in essa procurare affinchè sia servibile all'intento. Primieramente, che essa ubbidisca con pochissima resistenza alla direzione del Vento, che soffia. Secondariamente, che essa in una mostra ben graduata, e ben orientata, indichi l'angolo, che fa il Vento colla Meridiana. In terzo luogo che il descritto cerchio, che riguarda soldi \square 100. sia quello, che riceva direttamente l'impulso de' Venti. Inoltre, che a tale impulso siegua il moto di un grave, che ne presenti il peso equivalente. Ma importa più che ogni altro la circostanza, che seguendo qualunque burrasca, o temporale in qualunque ora o di giorno, o di notte ancora senza la presenza dell'Osservatore, l'indice de' pesi resti tal quale era nel colmo della tempesta, affinchè sopravvenendo p i l'Osservatore possa registrare il peso, e poi rimetter l'ordigno, che impediva il moto retrogrado.

Num. 161. Tutto questo potrà combinarsi nella fig. XVI., nella quale *N^{ro} O* rappresenta un Torrino collocato in luogo elevato, e non impedito da case alte, e vicine. Esso sia di tal grandezza, che l'Osservatore possa commodamente entrarvi, e stare in piedi per osservare la mostra de' Venti *M^{re} T^{te}*, la quale in conseguenza esser dee all'altezza di un uomo, e dar luogo all'Osservatore di ben riguardare la lancetta *ab*, che dee girare intorno al centro *C*, dove deve arrivare il piede, o pernio inferiore della Panderuola *PC*. Ed affinchè l'asta della medesima possa facilmente girare, essa oltre il pernio, e rullino inferiore *C*, deve reggersi attorno ad un cetchio d'ottone

co llo-

collocato in Hb , che sarà il vertice del cono HNn , che deve far tetto, e coperta del divisato Torrino. Girando adunque l'Albero PC intorno al rullino C , ed al cerchietto Hb , si avvolgerà con esso tutta la Banderuola, ed il cerchio delle impulsioni.

Ed affinchè tal cerchio riceva, e comunichi le diverse forze de' Venti, formasi il Telajo $ABDG$ di ferro ben saldato coll'albero. Sono in detto Telajo due traverse a giusta distanza, come BD , FE , che nel mezzo S , s son trasforate, per poter ricevere l'asse del cerchio KSX , il quale vi deve liberamente trascorrere, ubbidendo alla forza del Vento. Il detto cerchio $QRqr$ sarà di lamiera di ferro fermata a due traverse Qq , Rr di reggetta di ferro. Il suo diametro esser dee di soldi 12 $\frac{2}{3}$ prossimamente, affinchè la sua superficie sia di 100. soldi quadrati. Alle due traverse in K sarà saldato il suo albero, o asse KX , il qual deve scorrere per i detti due trafori S , s . Potrà tal asse formarfi di figura piuttosto quadrata, che rotonda, affinchè le spinte de' Venti non facciano girare il cerchio delle impulsioni. E così quadrati pur saranno i due trafori S , s .

Per avere la misura delle forze convien trascegliere una delle staderine a molla spirale delle più esatte, la qual dee collocarsi in nV , attaccandola al punto n in un bracciolo di ferro Yny , il quale sarà fermato all'albero della Banderuola. Al punto X il suo interno fusto, dove sono le divisioni de' pesi, resta attaccato all'asse del cerchio, per poterne ricevere i suoi moti, tirando insuori il fusto delle divisioni, secondo le diverse impressioni de' Venti.

P p

Num.

Nam. 262. L'effetto della descritta macchinetta farà, che volgendosi la Banderuola secondo la ditezion de' Venti, il cerchio QR, *qr* dee sempre presentare al Vento la sua superficie con direzione perpendicolare. Ed esercitando questo la sua forza contro la superficie circolare, la sospingerà ad allontanarsi dal suo Telaio. Ma non potendo ciò succedere senza un moto dell'asse KX, esso essendo unito al fuslo della stadera, lo tirerà seco quanto esige la forza, che il Vento *gr* imprime, finchè la forza elastica della stadera si metta in equilibrio colla forza viva del Vento. E affinchè nel ponto di tal equilibrio il fuslo della stadera non si ritiri all'indietro, è fissata nel punto *i* una piccola molla, che giugne in *l*, dove l'asse del cerchio ha i suoi denti scavati dentro il quadro, e non già prominenti fuori del medesimo. Così accaderà, che essendo il piano de' denti rivolto verso la stadera, ed il loro sdrucchiolo in senso contrario, la molla lascerà trascorrere l'asse all'infuori, quanto il Vento può trasportarlo; ma giunto a quel segno nel momento della massima tempesta non potrà più retrocedere, e così l'Osservatore, benchè lontano, avrà tutto il tempo per osservare i segni e divisioni della stadera elastica, per comprendere, qual sia stato il peso, che ha fatto equilibrio colla forza viva del vento.

Colla certezza di tal peso, si ricorre alla Tavola già calcolata a quella libbra, ed once osservare, ed in faccia alla terza colonna si ritroverà la velocità, dalla quale era animato il Vento in quel temporale.

Nam. 263. Altre costruzioni, e maniere vi sono per conoscere le velocità de' Venti. Ma sta le altre questa, che ho de-

descritta mi sembra la più semplice, e di resistenza minore delle altre. Se la stadera elastica fosse difettosa, come spesso succede, essa può rettificarsi prima di metterla in opera. Poichè al suo fusto si possono attaccare delle once, e delle libbre, e notare, se le sue divisioni ben corrispondono a pesi aggravati.

Per diminuire l'effetto, che il Vento può produrre strisciando sul Telaio *ABDG*, prima di attaccare il cerchio, può detto telaio farsi assai piccolo, e molto minore, che non dimostra la figura, ed al contrario allora il cerchio farà molto maggiore rispetto al primo, e così minore alterazione riceverà dallo stesso telaio. Tralascio altre considerazioni, che rendono a perfezionare questo nuovo Anemometro, non essendo questo l'oggetto principale di questo mio trattato, che è stato composto per le Sperienze Idrometriche.

Num. 246. Per terminare con esse le mie presenti ricerche, non ometterò che questa macchinetta adoperandola a rovescio, cioè collocando sotto la superficie dell'acqua la Ventola, che ora è al di sopra, può utilmente servire per misurare le velocità de' Fiumi a qualunque Strato profondo. Poichè bastando tal Ventola all'ingiù, quanto conviene, essa da se stessa si volgerà al filo della corrente. Questa ne sospingerà il cerchio, il quale scostandosi col suo asse tirerà dietro a se il fusto de' pesi, il quale dalla molla, e dentatura farà sempre fermato al maggiore impulso di quello Strato. Onde richiamando all'insù la Ventola, si scorgerà dalle divisioni la forza della corrente, e colle Tavole Idrauliche da me calcolate, se ne dedurrà la velocità.

Ed affinchè nel ritirare all'insù la Ventola, resti costante la divisione del fusto, basterà gitar l'albero in modo, che venga essa all'insù contro la corrente, nel quale stato l'asse del cerchio resterà immobile, e perciò l'Osservatore noterà il punto della divisione de' pesti nel suo vero segno, quando era alla data profondità delle acque correnti.





I N D I C E

D E L L E M A T E R I E

Contenute sotto i Numeri Marginali.



- Num. 1.* **D**escrizione de' due Castelli, e della Ventola Idraulica adoperata ne' medesimi.
2. Dimensioni del Castello Idraulico.
 3. Dimensioni di tutte le parti della Ventola Idraulica.
 4. Sperienze prelieve intorno alla resistenza dell'Albero, e della Ventola, per girare intorno all'asse Verticale.
 5. Descrizione del Canal Reale di Castiglione, e sue Sezioni, per collocarvi il primo Castello Idraulico.
 6. Sperienze fatte con diversi Galleggianti, per determinare la velocità del fluido nel filone di mezzo.
 7. Altre sperienze fatte co' Galleggianti, per diverse linee del Canale fuori del filone, accostandosi più, o meno alle Ripe.
 8. Collocazione del Castello Idraulico nel Canale, determinazione del principio del Quadrante, e Serie di sperienze per determinare i pesi corrispondenti a diversi angoli di obliquità.
 9. Altra classe di sperienze, che farebbe la quarta per dedurre co' pesi aggravati le resistenze sopra diversi angoli di obliquità.

10. Se-

10. Seconda giornata di esperienze, in cui si tolgono le irregolarità del fluido per il Barchetto, che era stato adoperato nelle antecedenti esperienze.
11. Prima Serie di esperienze della seconda giornata.
12. Seconda Serie di esperienze della seconda giornata, fatte per determinare similmente le resistenze delle Ventole a diversi angoli di obliquità.
13. Terza Serie di esperienze fatte con diversi Galleggianti, per determinare di bel nuovo le velocità superficiali del fluido.
14. Quarta Serie di esperienze della seconda giornata, indirizzata a determinare le velocità delle acque correnti alle diverse profondità degli Strati.
15. Quinta Serie della stessa giornata, per determinare similmente le velocità degli Strati inferiori.
16. Sesta Serie della stessa giornata, indirizzata a render più sensibili i decrementi delle velocità degli Strati inferiori.
17. Terza giornata di esperienze, alla quale si premettono le dimensioni della profondità dell'acqua alla foglia della Cateratta, e si determina l'altezza dell'acqua per la Marea attuale.
18. Prima Serie di esperienze della terza giornata, indirizzata per ricercare le velocità degli Strati inferiori del fluido.
19. Illazioni, che si deducono dalle sopraddette esperienze.
20. Seconda Serie della terza giornata, indirizzata similmente a rilevar la legge delle velocità negli Strati inferiori.
21. Terza Serie di esperienze della terza giornata, nella quale si determina la velocità superficiale del fluido coll'uso de' Galleggianti.

22. Quar-

12. Quarta Serie di esperienze, per determinare le resistenze del fluido attuale a diversi angoli di obliquità.
13. Quinta Serie di esperienze della terza giornata, per determinare le resistenze della Ventola a diversi angoli obliqui della corrente del fluido.
14. Descrizione del secondo Castello quadrangolare di grandezza maggiore, per le nuove Sperienze Idrauliche fatte sul Fiume Arno.
15. Della scelta de' tronchi del Fiume Arno, per collocarvi il nuovo Castello.
16. Delle dimensioni del Castello quadrangolare, e della sua Ventola, per l'esperienze da farsi sul Fiume Arno.
17. Prima Serie di esperienze sul Fiume Arno, per determinare le diverse resistenze della Ventola ad angoli diversi di obliquità.
18. Esperienze diverse fatte co' Galleggianti, per determinare la velocità del Filone del Fiume Arno, accanto al quale era collocato il Castello.
19. Seconda Serie di esperienze fatte nella prima giornata, per riconfrontare la prima Serie, e prima si danno le ragioni per i pesi aggravati in queste sperienze.
20. Descrizione delle citate sperienze della prima giornata, per diversi angoli di obliquità.
21. Terza Serie della prima giornata, per riconfrontare la prima, e la seconda con circostanze diverse.
22. Quarta Serie della stessa giornata indirizzata.
23. Misure diverse delle velocità superficiali coll'uso de' Galleggianti.
24. Quinta Serie di esperienze della stessa giornata, per dedur-
re

- re il peso totale dell'impulso perpendicolare del fluido, ed il peso competente a gradi 45. di obliquità.
35. Registro di tutte le sperienze fatte, per determinare il peso totale, ed il peso competente a gradi 45.
36. Sesta Serie della stessa giornata, per determinare le velocità degli Strati inferiori del fluido.
37. Sperienze diverse fatte coll'uso de' Galleggianti, per determinare la velocità superficiale, corrispondente al tempo della stessa Serie di sperienze.
38. Settima Serie della stessa giornata, per riconfrontare la Serie antecedente per le velocità degli Strati inferiori.
39. Registro delle sperienze fatte per la settima Serie nella tetza giornata del dì 22. Gennajo 1779.
40. Ottava Serie di sperienze immergendo la Ventola a diversi Strati di profondità, per determinarne le rispettive velocità.
41. Nona Serie di sperienze fatte il dì 23. Gennajo, per determinate con nuovo confronto le velocità degli Strati inferiori del fluido, con un gran numero di sperienze.
42. Serie decima di sperienze fatte allo stesso intento delle velocità inferiori, con aggravate un peso differente dagli altri.
43. Serie undecima di sperienze fatte con peso differente, per rintracciare le velocità degli Strati inferiori.
44. Misura della velocità superficiale, per mezzo di diversi Galleggianti.
45. Avendo mutato il Castello Idraulico trasportandolo in un altro tronco del Fiume Arno, si descrivono le circostanze di questo nuovo ramo. *
46. Prima Serie di sperienze di questo nuovo tronco del Fiume,

me, per determinare le resistenze de' diversi angoli di obliquità della Ventola.

47. Seconda Serie di esperienze, fatte similmente per le resistenze de' diversi angoli di obliquità.
48. Terza Serie di esperienze, fatte nello stesso tronco del Fiume, per indagare le velocità degli Strati inferiori del fluido.
49. Esperienze diverse fatte coll'uso de' Galleggianti, per determinare la velocità superficiale delle acque, e per riportarla alla terza Serie di esperienze.

LIBRO SECONDO.

*Delle varie riduzioni, che competono alle Sperienze
del Libro I.*

50. Della maniera colla quale il fluido opera sulla Ventola Idraulica, e della necessità della riduzione de' pesi.
51. Della prima riduzione, che compete alla Ventola, per trovare il centro delle impulsioni del fluido, e problema per detto centro.
52. Che il centro delle impulsioni, e loro momenti coincide col centro della gravità della Ventola, e non già col punto intermedio de' momenti.
53. Che le altre figure nelle quali il centro della grandezza si combina col centro di gravità, come sarebbe il cerchio, l'Elissi ec. hanno il centro de' loro momenti sullo stesso centro di gravità, e di grandezza.
54. Calcolo della somma de' momenti della Ventola Idraulica, adoperata in Castiglione nel Canale del Lago.

Q. q

55. Cal-

55. Calcolo della somma de' momenti per la prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.
56. Calcolo della somma de' momenti della seconda Ventola, serviva in altro ramo dello stesso Fiume.
57. Come ritrovisi il centro de' momenti in qualunque altra figura, nella quale il centro della gravità, e della grandezza cadano in diverſi punti, dimostrandosi che nella figura triangolare coincidono sullo stesso punto il centro di gravità, e quello de' momenti del fluido.
58. Generalmente dimostraſi, che in qualunque altra figura piana di qualunque proprietà, ſi combinano ſempre inſieme i detti due centri della gravità, e de' momenti del fluido.
59. Dimostrasi lo stesso Teorema col metodo analitico, e prima ſe ne fa l'applicazione alla figura rettangola, poi alla figura triangolare, e poi a tutte le altre figure.
60. Collo stesso metodo, e ſua integrazione ſi applica il Teorema alle figure Paraboliche.
61. Della riduzione, che conviene a queſte Sperienze Idrauliche per le ſpinte, che imprime il fluido a due braccioli di ferro, che reggono la Ventola.
62. Dell'altra riduzione per riportare i poſi delle ſperienze al centro della Ventola.
63. Applicazione della Ventola adoperata nel Lago di Caſtiglione.
64. Applicazione della Ventola adoperata ſul primo ramo del Fiume Arno.
65. Applicazione della Ventola adoperata nel ſecondo ramo del Fiume Arno.

66. Si

66. Si scioglie il presente Problema nell'Esperienza I. fatta a Castiglione, nella quale il peso aggravato di libbre 17. riducesi al centro dell'albero, a libbre 2. 69. cent.
67. Soluzione dello stesso problema per un'altra sperienza del Lago di Castiglione, nella quale le libbre 30. di peso aggravato riducesi a libbre 4. 76. cent. al centro dell'Albero.
68. Soluzione dello stesso problema in ordine alla terza sperienza fatta sul Fiume Arno nel primo suo ramo, nella quale le libbre 152. di peso riportansi al centro dell'Albero, a libbre 11. 94. cent.
69. Soluzione in altra sperienza fatta nel secondo ramo del Fiume Arno, in cui le libbre 10½ riducesi a libbre 0. 79. centesime.
70. Avvertimento I. intorno alla differenza delle stadera di Siena, e di Firenze.
71. Avvenimento secondo intorno al semidiametro della Rottella, se debba aumentarsi, o no per la grossezza della funicella.
72. Nuova riduzione in ordine alle resistenze, che competono alle sperienze della Venrola Idraulica, e come debbano calcolarsi.
73. Che le sperienze fatte da Signori Amontons, Muschembroek, ed altri Fisici non hanno tutta l'analogia colle resistenze del Castello Idraulico.
74. Si propone l'idea di una macchinetta, nella quale con diverse sperienze possono rilevarsi le resistenze de' pemi, delle quali abbiamo bisogno.
75. Preparativi fatti per l'esperienze in questione colla nuova macchinetta.

76. Esperienza I. sulla resistenza de' pern].
77. Esp. II. sulle stesse resistenze.
78. Esp. III. sulle medesime.
79. Esp. IV. sulle medesime.
80. Esp. V. sulle medesime.
81. Esp. VI. sulle medesime.
81. Esp. VII. sulle medesime.
83. Esp. VIII. sulle medesime.
84. Esp. IX. sulle medesime.
85. Esp. X. sulle medesime.
86. Esp. XI. sulle medesime.
87. Esp. XII. sulle medesime resistenze in circostanze differenti.
88. Altre sperienze fatte, per esaminare il valore delle resistenze, che possono aver cagionato le due pulegge, alle quali erano attaccati i pesi prementi.
89. Riflessioni, e risultatì di tutte le sperienze paragonate insieme col semplice cilindro di ferro.
90. Risultatì delle sperienze fatte con libbre 10. di peso aggravato.
91. Risultatì delle sperienze fatte con due pesi di libbre 40. l'uno, e riduzione delle resistenze a parti centesime de' pesi aggravatì.
92. Risultato, che le resistenze non sieguono con precisione la ragion diretta de' pesi aggravati, secondo la comune opinione de' Fisici.
93. In qual maniera il risultato delle resistenze si applicherà a quelle, che cagionavano i pesi, e l'impulso del fluido alla Ventola Idraulica.

94. Che

94. Che per cagione delle resistenze, vanno ridotti i pesi totali colla riduzione del 5. per cento.
95. Riduzione delle quattro sperienze dianzi addotte, per motivo delle resistenze.
96. Della maniera di calcolare l'altezza dell'acqua sulla superficie della Ventola, affinchè il suo peso sia uguale a quello delle sperienze ridotte al centro della Ventola. Soluzione del Problema.
97. Esempio I. del Problema sull'Esperienza I.
98. Esempio II. sull'Esp. II.
99. Esempio III. sull'Esperienza III.
100. Esempio IV. sull'Esperienza IV.
101. Della riduzione della caduta de' corpi gravi, e delle loro velocità in misure del braccio fiorentino.
102. Maniera di formare una Tavola generale per l'altezza delle cadute, e velocità competenti in misure del braccio fiorentino.
103. Tavola di dette altézzé, e velocità.
104. Delle diverse maniere di far uso di detta Tavola.
105. Come possa computarsi la velocità ad un'altezza, data che sia maggiore a numeri della Tavola. Primo caso di tal metodo.
106. Secondo caso dello stesso metodo.
107. Della maniera di dedurre i gradi degli angoli orizzontali, nelle oscillazioni della Ventola Idraulica.
108. Fuorì del caso delle resistenze, l'angolo cercato sarebbe il medio tra la massima, e la minima oscillazione.
109. La stessa cosa propriamente succede nell'Ipotesi delle resistenze, ed il divario è piccolissimo.

LIBRO TERZO.

Risultati dedotti dalle presenti Sperimente Idrauliche.

- 110. Introduzione al presente Libro.
- 111. Maniera di determinare la velocità delle acque correnti co' pesi aggravati sulla Ventola Idraulica.
- 112. Applicazione del Problema al Caso I. delle sperimente fatte al Lago di Castiglione, in cui deducesi la velocità per mezzo del peso.
- 113. Paragone della velocità calcolata con quella osservata immediatamente coll' uso de' Galleggianti.
- 114. Caso II. coll' esperienza del peso totale di libbre 17. e oncie 8, dal quale deducesi la velocità competente.
- 115. Paragone della velocità così calcolata, con quella osservata coll' uso de' Galleggianti.
- 116. Caso III. applicato ad altra sperimente, il cui peso era di libbre 113 $\frac{1}{2}$, dal quale deducesi la velocità.
- 117. Paragone della velocità calcolata con quella immediatamente osservata co' Galleggianti.
- 118. Caso IV. del presente Problema applicato all' esperienza di libbre 14. oncie 3. dalle quali deducesi la velocità.
- 119. Paragone di tal velocità con quella de' Galleggianti.
- 120. Risulta da sopraddetti casi il Teorema Idraulico, cioè che la velocità di un fluido corrente sia uguale a quella, che corrisponde all' altezza del fluido sopra la superficie della Ventola, il cui peso sia uguale al peso ridotto al centro della stessa Ventola.

121. Si

121. Si applica pure nel Teorema alla resistenza degli ostacoli opposti alla corrente in linea perpendicolare, giacchè tal resistenza equivale al peso del fluido, che abbia per base la superficie dello stesso ostacolo, e per altezza quella medesima, che corrisponde alla libera caduta de' corpi gravi, per generare la velocità del fluido, che perquote.
122. Ne nasce pure un terzo Teorema, cioè che i pesi primirivi delle sperienze, o siano, o non siano ridotti, siano in ragione duplicata delle velocità.
123. Soluzione dello stesso Problema, applicandolo alla prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.
124. Primo caso dell'esperienza, in cui il peso aggravato fu di libbre 152, dal quale deducesi la velocità di soldi 26. 16. cent. per ogni secondo. E suo paragone colla velocità de' Galleggianti.
125. Secondo caso del Problema col peso di libbre 126, dal quale deducesi la velocità di soldi 23. 84. cent. per secondo. Suo paragone coll' immediata velocità de' Galleggianti.
126. Terzo caso del Problema col peso aggravato di libbre 110, dal quale si calcola la velocità di soldi 23. 27. cent.
127. Caso IV. del Problema col peso di libbre 117, dal qual deducesi la velocità di soldi 23. 00. Suo paragone con quella de' Galleggianti.
128. Soluzione dello stesso Problema colla seconda Ventola adoperata sul Fiume Arno col peso di libbre 108, col quale si calcola la velocità di soldi 8. 45. cent. Suo paragone colla velocità de' Galleggianti.
129. Vengono compilati i risultati delle nuove Sperienze in una Tavola, nella quale si veggono le velocità del fluido, dedot-

- dedotti co' pesi della Ventola. Quelle immediatamente osservate co' Galleggianti, e le loro differenze o positive, o negative.
130. Considerazioni, che nascono dall'ispezione della Tavola delle velocità.
131. Che in vista di tante, e così concordi sperienze vanno escluse le opinioni de' Fisici, che fosser contrarie alla presente legge. Opinione del Sig. Newton del Sig. D'Alembert, e dell'Eulero. Si esaminano le Sperienze del Mariotte, e del Sig.'s Gravesande sullo stesso Teorema.
132. Riflessioni sulla scelta del Castello della Ventola, e del ramo del Fiume, per la maggior precisione delle presenti Sperienze Idrauliche.
133. Qual sia la figura, grandezza, e collocazione della Ventola per la felicità dell'esperienze.
134. Qual sia il ramo del Fiume, o Canale per l'esattezza della velocità rilevata co' Galleggianti.
135. I Canali grandi artificiali, per la maggior loro regolarità, spesso son da preferirsi a rami di Fiumi.
136. Avvertimento per correggere il centro de' momenti della Ventola Idraulica, adoperata nel primo ramo del Fiume Arno.
137. Maniera di fare le stesse sperienze con altra Ventola collocata coll'asse orizzontale, che propriamente dicesi valvula.
138. Qual sia il metodo della valvula Idraulica, per dedurre con essa la velocità delle acque correnti.
139. Teorema adattato al Quadrante Idraulico, per dedurre le stesse velocità.
140. Teoria applicata all'obliquità della Ventola.

141. Teo-

141. Teorema della valvula obliqua, per cui starà così il peso specifico della stessa valvula alla forza inspellente del fluido, come il coseno dell'angolo di deviazione alla tangente dello stesso angolo.
142. Applicazione della detta Teoria a casi particolari, e perciò si comincia dal primo esempio della deviazione di gradi 15. e del peso della valvula di libbre 10.
143. Esempio II. coll'angolo di deviazione di gradi 75. e collo stesso peso di libbre 10.
144. Riduzione della macchinetta a valvula per misurare le velocità degli Strati più profondi del Fiume.
145. Secondo metodo per misurare la velocità de' medesimi Strati.
146. Formola semplicissima per dedurre la detta velocità.
147. Esempio I. applicato alla stessa formola.
148. Esempio II. applicato alla medesima.
149. Tavola de' pesi aggravati sulla valvula da libbre 1. sino a libbre 100. per dedurre le velocità competenti a detti pesi nella percossa perpendicolare.
150. Uso della predetta Tavola.
151. Metodo per dedurre la velocità del fluido sopra un piano, che muovesi con moto parallelo.
152. Uso della macchinetta per misurare il viaggio Marittimo.
153. De' diversi metodi tentati finora, per determinare la quantità, e direzione del viaggio Marittimo, e loro difficoltà.
154. Del metodo consistente nella misura del tempo, cioè degli orologi detti delle longitudini.
155. Del terzo metodo, che consiste nel determinare la velocità del Battimento, e suoi vantaggi.

156. Nuove avvertenze per bene adattare la lamina Idraulica all'uso del viaggio Marittimo.
157. Per qual modo la Venrola Idraulica può farsi servire per la stima del viaggio Marittimo.
158. Altra maniera per bene applicare al Vascello, e per isfuggire le irregolarità dell'ondeggiamento, coll'uso della Venrola Idraulica.
159. Cominciarsi ad esaminare il Teorema intorno alle resistenze di un solido collocato alla direzione del fluido. con diversi angoli di obliquità.
160. Della prima opinione de' Meccanici, che le forze del fluido, o resistenze del solido a diverse obliquità siano in ragion diretta de' coseni degli angoli di obliquità.
161. Della seconda opinione di altri Meccanici, che vogliono dette forze, o resistenze in ragion duplicata de' sopradetti coseni.
162. Difficoltà, che si oppongono a tali opinioni.
163. De' fili curvilinei delle acque, che si portano ad urtare in un ostacolo, i quali turbano le leggi ordinarie, che si apportano.
164. Della maggior regolarità delle percosse perpendicolari, per la maniera di operare del fluido.
165. Si comincia l'esame delle sperienze intorno all'obliquità delle percosse del fluido.
166. Avvertenze necessarie per il principio della divisione del Quadrante, o Semicircolo, che ci palesa gli angoli delle obliquità.
167. Senza fare alcuna riduzione, serve il prevalersi de' pesi immediatamente osservati.

168. Prima Tavola. per confrontare l'esperienze colla Teoria applicata al Canal di Castiglione, nella quale son registrati i pesi dedotti dalla Teoria, ed i pesi delle sperienze.
169. Tavola II. della seconda Serie di sperienze fatte nel Canal di Castiglione.
170. Tavola III. della terza classe di sperienze, fatte pure nel Canal di Castiglione.
171. Tavola IV. della quarta Serie di sperienze fatte nello stesso Canale.
172. Tavola V. di somiglianti sperienze eseguite nello stesso luogo.
173. Sesta Tavola della sesta classe di sperienze fatte nello stesso luogo.
174. Risultati delle sei Tavole delle sperienze; il primo de' quali si è, che la Teoria delle forze, e resistenze non può essere quella delle ragioni duplicate de' coseni delle diverse obliquità.
175. Provasi un tale assunto coll' esempio I. della Tavola I.
176. Provasi coll' esempio II. della Tavola II.
177. Confermati coll' esempio III. della Tavola III.
178. Come pure dall' esempio IV. della Tavola IV.
179. Dall' esempio V. della Tavola V.
180. E finalmente dall' esempio VI. della Tavola VI.
181. Discorda pure dalle sperienze la ragion semplice adattata da altri Meccanici, benchè alquanto meno della prima discordanza; e così, le forze per gli angoli obliqui non possono soggettarli ad una legge costante dei coseni dell' obliquità.
182. Nuova conferma di tal sentimento.

R r 2

183. Ne-

183. Necessità di fare altre sperienze con maggiori velocità, per meglio discoprire la legge di detta resistenza.
184. Tavola I. delle sperienze fatte sul Fiume Arno, per esaminare le resistenze della Ventola a diversi angoli di obliquità.
185. Tavola II. applicata ad altre sperienze sul primo ramo dello stesso Fiume.
186. Tavola III. sopra un'altra Serie di esperienze sullo stesso Fiume.
187. Tavola IV. con altra Serie di esperienze sullo stesso Fiume.
188. Primo risultato delle quattro Tavole delle sperienze, cioè, che quando le obliquità sono assai grandi, e così più piccoli i lor complementi, sono notabilmente minori dei pesi calcolati colla Teoria, della ragion semplice de' coseni.
189. Secondo risultato, che quando son piccole le obliquità, ed al contrario grandi i lor complementi, i pesi aggravati nelle sperienze cominciano ad esser maggiori de' pesi calcolati nella detta Teoria della ragion semplice.
190. Nel trasformarsi le differenze di negative in positive si arguisce esservi una tale obliquità, nella quale il peso calcolato debba coincidere coll'osservato, e perciò vi sia un punto d'intersezione nell'arco del Quadrante, nel quale la linea delle resistenze debba passare dal di dentro al di fuori di detto Quadrante.
191. Per determinare il punto d'intersezione vi vogliono più numerose, e più precise sperienze, giacchè le oscillazioni, che forma il fluido turbano molto l'esattezza degli angoli.
192. Con tutto ciò dette oscillazioni non mettono in dubbio le tre generali conseguenze, che negli angoli di comple-
mento

mento assai piccoli, le resistenze sperimentati siano minori di quelle della Teoria semplice, e che facendosi assai grandi detti angoli, le resistenze divengono minori.

193. Avvertenze sulla Tavola I. delle sperienze eseguite sul Fiume Arno.
194. Avvertenze sulla Tavola II.
195. Avvertenze sulle stesse sperienze registrate nella Tavola III.
196. Riflessioni sopra le sperienze fatte sul Fiume Arno, indirizzate ad esaminare la resistenza della Ventola a gradi 45. Discordanze dell'Esp. I., e II. dalla Teoria della ragion duplicata de' seni dall'esperienze.
197. Corrispondenza dell'Esp. II. coll'Ipotesi della ragion semplice de' seni.
198. Corrispondenza dell'Esp. III.
199. Corrispondenza dell'Esp. IV.
200. Corrispondenza dell'Esp. VI. coll'Ipotesi della ragion semplice, e discordanza dall'Ipotesi della ragion duplicata. Ma tutto questo accade negli angoli medj di obliquità. Tutti i fenomeni provano non esservi una ragion costante di qualunque dignità essa si sia, cioè o di esponente intero, o di esponente frazionario, la quale possa accordarsi con sì gran numero di sperienze provate, e riprovate in tante maniere.
201. In qual maniera con una curva andante possano spiegarsi i fenomeni Idraulici già descritti.
202. Per determinare il punto del stesso contrario della curva, e la scala delle ordinate, o superiori o inferiori, vi vogliono lunghe sperienze eseguite nelle circostanze le più favorevoli.

203. Epì- —

203. Epilogo di tutti i risultati delle sperienze fatte per le resistenze de' solidi, e forze de' fluidi, a diversi angoli di obliquità.
204. Si passa a ricercare, se gli Strati aquei dalla superficie fino al fondo abbiano le velocità crescenti secondo le Ipotesi di diversi Scrittori, e qual sia la vera legge delle dette velocità. Maniera di far le sperienze.
205. Principj co' quali possono ridursi le sperienze a somministrare le velocità degli Strati.
206. Analisi della prima Serie di sperienze, che corrisponde alla quarta fatta nel Lago di Castiglione. Si comincia dall' Esp. I, e si finisce all' Esp. VI., deducendo in tutte la velocità degli Strati.
207. Analisi della seconda Serie di sperienze fatte nel Lago di Castiglione, nella quale si mostrano le velocità decrescenti verso il fondo dall' Esp. I. fino all' VIII.
208. Analisi della terza Serie di sperienze fatte allo stesso Lago, nella quale dall' Esp. I. fino alla V. dimostransi le velocità decrescenti dalla superficie verso il fondo.
209. Quarta Serie di sperienze fatte nello stesso Lago, nella quale similmente in dieci sperienze si dimostrano con evidenza le velocità decrescenti dalla superficie verso il fondo.
210. Avvertenze sulla detta Serie di esperimenti.
211. Analisi della quinta Serie di sperienze fatte nello stesso Canale, nella quale con piccola discrepanza le velocità decrescono verso il fondo, e vi si osserva la massima velocità, e vi si osserva la massima velocità nell' Esp. III., e da esso fino alla VII. il solito decrescimento.

212. Ri-

212. Rilevasi, che la velocità della superficie nelle dette Serie era minore di $\frac{1}{2}$, rispetto all'ultima vicino al fondo.
213. Conseguenze, che nascono dalle cinque classi di esperienze fatte nel Canal Reale di Castiglione. La prima, che le leggi delle velocità finora inventate, o secondo le semiordinate triangolari, o secondo le Paraboliche, sono affatto contrarie al vero operate della natura ne' Canali delle acque correnti. La seconda, che in alcune esperienze vi è una massima velocità, che si palesa assai vicina alla superficie delle acque.
214. Difficoltà, che potrebbero farsi alle addotte esperienze per la vicinanza del Mare, e per la piccola profondità dell'acqua.
215. Per risolvere le dette due difficoltà sono state trasportate le nuove esperienze al Fiume Arno, formando un gran Castello, adattato ancora alle piene mediocri di detto Fiume.
216. Con quali avvertenze, e cautele sono state fatte le esperienze sul Fiume Arno, prima in una Sezione ristretta, che portava gran velocità, e l'altra con Sezione ampissima, che aveva piccolissime le dette velocità. La profondità giungeva a braccia 6, ed il punto dell'Arno è lontano dal Mare circa miglia 20.
217. Analisi della prima Serie di esperienze eseguite sul Fiume Arno nel primo suo ramo, nella quale con 18. esperienze costantemente rilevasi, che ad una piccola profondità, che era all'Esp. IV. la velocità era massima, e che da essa andava per lo più decrescendo sino al fondo dal N.^o 1000. sino al N.^o 806.

218. Con-

218. Conseguenze, che si deducono dalla detta Serie.
219. Analisi della seconda Serie dell'Esperienze sulla stessa Sezione del Fiume Arno, nella quale con altre 17. sperienze rilevasi il decrefcimento delle velocità verso il fondo, e la massima verso la superficie.
220. Conseguenze, che nascono dalle predette Serie di sperienze.
221. Analisi della terza Serie di sperienze fatte sull'Arno, nella quale con 17. sperimenti deducansi le velocità decrefcenti.
222. Osservazioni, e conseguenze dedotte.
223. Analisi della quarta Serie di esperienze fatte sulla stessa Sezione del Fiume Arno, che essendo 19. di numero, confermano quanto si è rilevato nelle altre tre classi.
224. Riflessioni sulla sopraddeffa Serie di sperimenti.
225. Corollario generale delle sopraddeffe classi di esperienze, che contieno alcune leggi alle quali si riducono i fenomeni osservati, che son contenuti in sei Teoremi dedotti tutti dall'esperienze.
226. Per fissare con certezza maggiore la vera legge de' decrementi delle dette velocità verso il fondo, vi vogliono altre sperienze fatte con circostanze più favorevoli, nelle piene almeno medie de' Fiumi, che si riservano alla seconda parte di quest' Opuscolo.
227. Quasi difficoltà bisogna vincere per eseguire le nuove sperienze nelle piene almeno mediocri de' Fiumi. Serve per ora di aver escluse le leggi immaginate finora per le velocità degli Strati inferiori, e di aver ritrovato alcuni fenomeni generali, co' quali possono regularsi le inferiori velocità prossimamente.

228. Essendo state espresse le velocità in parti millesime di quelle osservate sulla superficie, si accenna, come esse possono ridursi in parti reali.
229. Tavola I., che esprime il ristretto delle esperienze fatte al Lago di Castiglione col peso costante di libbre 12.
230. Tavola II. delle esperienze fatte al Lago di Castiglione col peso di libbre 6.
231. Tavola III. di esperienze ivi fatte col peso costante di libbre 9.
232. Tavola IV. di esperienze col peso di libbre 6.
233. Tavola V. di esperienze fatte nello stesso Lago col peso costante di libbre 8.
234. Tavola I. di esperienze fatte nel Fiume Arno col peso costante di libbre 60.
235. Tavola II. di esperienze fatte sullo stesso Fiume col peso costante di libbre 40.
236. Tavola III. di esperienze fatte col peso costante di libbre 50.
237. Tavola IV. di esperienze fatte nella seconda Sezione del Fiume Arno col peso di libbre 5. In tutte queste Tavole si esprimono nell'ultima colonna le velocità di tutte le sperienze in parti millesime.
238. Qual sia la diminuzione delle velocità de' Canali, e de' Fiumi dal filone di mezzo verso le due Ripe.
239. Esperimento, che dimostra le velocità massime nel filone, e le velocità decrefcenti verso le due Ripe.
240. Altra sperienza generale, che si osserva con lunghe perliche galleggianti, collocate da principio in linea perpendicolare alla direzione delle acque.

241. Si registrano più esperienze per dimostrare il decrescimento delle velocità, tre delle quali dal filone verso le Ripe si dimostrano decrescenti, nella ragione de' tre numeri 54, 42, 31. Proposizione di una nuova macchinetta, per accertare con precisione maggiore la legge de' detti decrescimenti.
242. Conseguenze, che si rilevano dalle citate esperienze, ed in particolare, che la diminuzione osservata alla distanza ancora di braccia 6. dalle Ripe, non può attribuirsi alle resistenze delle Ripe medesime.
243. Per rintracciare l'origine di tal fenomeno volgesi lo sguardo alla figura degli alvei de' Fiumi, e tal figura riportasi a due casi. Il primo de' quali si riferisce ad un alveo regolare, nel quale il filone, e la massima profondità resti nel punto intermedio dell'alveo.
244. La seconda classe degli alvei accade quando il filone, ed il maggior fondo dal punto intermedio si avvicina ad una delle due Ripe.
245. Dalle due figure curvilinee degli alvei deducesi il decremento delle colonne aquee dal filone di mezzo verso le Ripe, e da tal decremento di altezza può aver origine la diminuzione delle rispettive velocità.
246. Comprovasi tal sentimento con una generale esperienza.
247. Comprovasi ancora colla ragione delle medie velocità, che sono maggiori nelle colonne aquee più profonde, e minori nelle colonne di minor profondità.
248. Dimostrasi questo stesso coll'ipotesi comune delle aree paraboliche.
249. Ma perchè tal Teoria non ha luogo nella natura, com-

provasi lo stesso sentimento secondo la vera legge delle velocità.

250. Se fosse data la vera figura dell'alveo de' Fiumi, con essa potrebbero determinarsi le altezze delle colonne aquee, e con queste le velocità laterali.
251. Riflessioni intorno al difetto degli elementi, per ben calcolare la vera portata de' Fiumi. Quali sieno i supposti de' passati Scrittori d'Idraulica, per il calcolo di dette portate.
252. Presupposte tali Ipotesi si passa alla soluzione del Problema ne' metodi già consueti.
253. Dimostrasi l'insufficienza di tal soluzione, rilevando la falsità dell'Ipotesi, alle quali si appoggia.
254. Intorno alle macchine, e metodi per esplorare la velocità de' Venti.
255. Qual sia l'oscurità, ed incertezza intorno alla vera velocità dell'aria, e quale la difficoltà per determinarla con maggiore approssimazione.
256. Ripigliando la formola del N.^o 148, essa si applica per ritrovare la velocità de' Venti.
257. Risolvcsi il Problema col primo esempio, che l'impressione del Vento sopra una superficie circolare di soldi 12. 65. cent. equivalga ad un oncia di peso, ed allora la velocità del Vento sarebbe di braccia 4. soldi 2. per ogni secondo.
258. Si applica la stessa formola al peso di libbre 1, che equivalesse all'impressione dell'aria, ed allora la velocità sarebbe di braccia 14. soldi 5.
259. Tavola della forza de' Venti contro la superficie circolare.

lare di soldi 100. quadrati, espressa in pesi per dedurne le rispettive velocità.

- 160. Condizioni di una macchinetta, che sembra la più adattata, per rintracciare la velocità de' Venti.
- 161. Descrizione di tal macchinetta nella figura XVI. coll'uso di una stadera elastica.
- 162. Effetto della stessa macchinetta per dimostrare l'impulso de' Venti.
- 163. Considerazioni, per render migliore il nuovo anemometro.
- 164. Maniera di applicare la descritta macchinetta alla misura delle acque correnti, adoperandola a rovescio con alcune cautele.

I L F I N E.

325

Nota delle correzioni da farsi alla presente Opera.

PAGINA	VERSO	ERRORI	CORREZIONI
2.	13.	ON	OX
5.	3.	Cala	Lato
9.	20.	nie	ni
13.	23.	Mercantè Sig. Bertrou	Aleandro Sig. Bertrou
19.	27.	50° $\frac{1}{2}$	52° $\frac{1}{2}$
21.	28.	a 102.	e 100.
23.	3.	N.° 14. Per ottenere	N.° 14. Esp. L. Per ottenere
29.	2.	52.°	53.°
30.	17.	21.°	22.°
30.	27.	tra 66.° e 68.° $\frac{1}{2}$ media 67.° 7' $\frac{1}{2}$	tra 53.° e 56.° media 54.° 30'
41.	27.	79.° $\frac{1}{2}$	79.° $\frac{1}{2}$
43.	14.	33.° 45'	53.° 45'
48.	20.	91.°	91.°
50.	9.	61.°	61.°
53.	22.	40.°	48.°
54.	17.	87.° $\frac{3}{4}$	87.° $\frac{3}{4}$
55.	7.	52.° 30"	57.° 30"
57.	18.	della	dalla
59.	22.	49.°	49.°
62.	12.	71.° $\frac{1}{2}$	70.° $\frac{1}{2}$
63.	8.	63.° $\frac{1}{2}$	63.° $\frac{1}{2}$
64.	6.	62.° 10"	61.° 56"
64.	22.	57.° $\frac{1}{2}$	57.° $\frac{1}{2}$
67.	7.	45.° $\frac{3}{4}$	45.° $\frac{3}{4}$
68.	11.	4.°	4.°
68.	13.	56.°	56.°
70.	16.	71.°	70.°
78.	20.	57.°	57.°
78.	21.	58.° $\frac{1}{2}$	58.° $\frac{1}{2}$
79.	16.	87.° $\frac{3}{4}$	87.° $\frac{3}{4}$
81.	23.	56.°	56.°
81.	24.	38.° 54"	38.° 32"
90.	22.	Onde effonda nel libro	Onde sarebbe nel libro
92.	24.	20.0	200.
94.	7.	già	fin
104.	10.	e	è
122.	14.	da	dal

PAGINA	VERSO	ERRORI	CORREZIONI
140.	2.	545.	575.
142.	3.	5	8
146.	17.	N.°	N.° 47.
148.	II. della Tavola	10. 30.	10. 50.
158.	17.	scoprisse	scoprisse
173.	20.	dagli	dagli
173.	20.	dedarla	dedarla
173.	26.	ferre	ferro
174.	11.	R.	L.
175.	9.	VII.	VI.
175.	25.	N	N°
176.	10.	E supponga il semidiametro	E supponga il semidiametro
181.	23.	concepisce	concepisce
182.	25.	in esso	in esso
186.	1.	si ricercano	si ricercano
186.	12.	avanzamenti	avanzamenti
195.	16.	ICP	CIP
199.	15.	come, Aaaa	come Aaaa (Fig. XII.)
209.	17.	(essendo qui indicati le fra- zioni)	(essendo qui indicati le fra- zioni)
216.	XV. del- la Tavola colon. 4.	→ 0. 57.	→ 0. 23.
274.	III. della Tavola colon. 3.	38. co.	38. 30.
289.	3.	velocità	velocità
291.	24.	facciasi la specific gravità, come 850:1	facciasi la specific gravità dell'acqua, a quella dell' aria, come 850:1.
303.	26.	indirizzare	indirizzare: la ricerca degli Strati inferiori del fiume

Fig I Castello I.

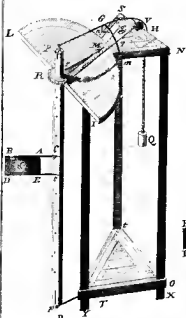


Fig I



Fig II.

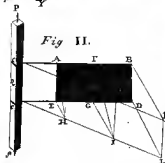


Fig. 1.

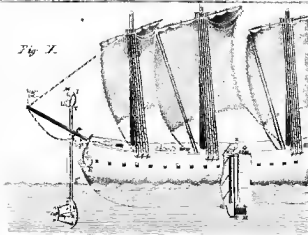


Fig. VII

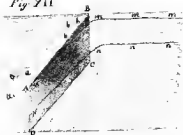
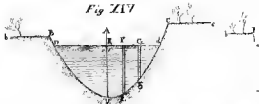


Fig. XIV



2/1

005663277

KONSERVIERT DURCH
ÖSTERREICHISCHE FLORENZHIILFE
WIEN 1967

